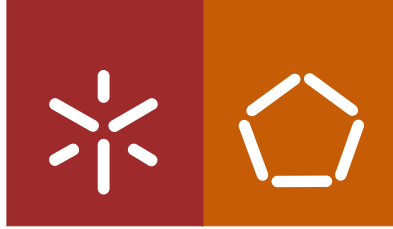


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Sérgio Manuel Pereira Barreiro

Análise e Desenvolvimento de um Sistema de
Supervisão e Monitorização da Produção
numa Empresa de Fabrico de Mobiliário



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Sérgio Manuel Pereira Barreiro

**Análise e Desenvolvimento de um Sistema de
Supervisão e Monitorização da Produção
numa Empresa de Fabrico de Mobiliário**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Engenharia de Sistemas

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Sérgio Carmo Silva

Outubro de 2012

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO, APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO,
MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE

UNIVERSIDADE DO MINHO, __/__/__

ASSINATURA _____

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE, APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO,
MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE
UNIVERSIDADE DO MINHO, __/__/____

ASSINATURA _____

Agradecimentos

Queria expressar os meus agradecimentos, primeiro à empresa AM móveis por me ter proporcionado a realização deste trabalho, e aos seus colaboradores que de alguma forma contribuíram para o seu desenvolvimento. Em especial queria agradecer ao Eng. Carlos Vales, meu orientador na empresa, pelo entusiasmo, capacidade, motivação e apoio muito valioso dado para a concretização deste trabalho e pelos ensinamentos transmitidos.

Uma palavra também de justo e muito reconhecido agradecimento à Universidade do Minho e em particular ao meu orientador, Professor Carmo Silva, pelo seu empenho, dedicação e valiosa orientação, sem a qual teria sido difícil chegar ao fim no prazo curto em que este trabalho teve de ser realizado.

Uma palavra é também devida aos meus amigos Peixoto e Aurélio pelas discussões construtivas que de forma direta ou indireta também contribuíram para enriquecer este trabalho.

Agradeço à Sandra pelo seu companheirismo e apoio neste momento de trabalho intenso.

E finalmente, naturalmente, aos meus pais pelo muito que fizeram, e apoio sempre incondicional, nesta fase e em todas da minha vida.

Resumo

Relata-se nesta dissertação do Mestrado em Engenharia de Sistemas da Universidade do Minho, o estudo de desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados para monitorização e apoio ao planeamento e controlo de produção numa empresa de mobiliário de madeira clássica. A empresa produz por encomenda móveis próprios e customizados.

O estudo, começa por fazer uma análise cuidada e alargada do funcionamento atual – “as is” - e do desempenho do sistema produtivo. Neste particular estuda o processo de planeamento e controlo da produção, produtividade e outras medidas de desempenho. Analisa também a base para o estabelecimento de metas de produção e a forma de determinar a capacidade produtiva para estabelecer programas de produção. Desta análise inicial foi possível concluir que empresa implementa um mecanismo de planeamento e controlo de produção conhecido por Período Batch Control. Desta forma consegue controlar de forma rigorosa os prazos de fabrico e desta forma assegurar o cumprimento de prazos de entrega. As metas de produção são estabelecidas na base de um processo algo difuso, baseados em padrões e fatores recolhidos, em parte de forma objetiva e em parte de forma subjetiva. Objetiva porque é baseada na produção atingida por cada período, e subjetiva resultante da interpretação da dificuldade da produção dos diferentes componentes ou peças de mobiliário à qual se associa um fator de correção em relação a uma base padrão de dificuldade.

Em qualquer caso a produção é de certa forma regulada por metas estabelecidas pela gestão baseadas nesta perceção de produtividade das seções e dos trabalhadores.

É sugerido que estes fatores merecem aferição e o método de estabelecimento de metas também, já que são determinantes do output do sistema, i.e. da suposta capacidade do sistema.

O trabalho desenvolvido projeta um sistema de aquisição de dados que permite, além de fazer o acompanhamento do progresso dos trabalhos, por um lado medir a produção real e compará-la com as metas sugeridas e por outro permite ajudar a estabelecer a capacidade efetiva de produção do sistema em geral e das seções em particular, permitindo fiabilizar o processo de programação da produção e tirar melhor partido da capacidade produtiva existente.

Dados importantes que são recolhidos incluem:

- Produção, sistema e em cada secção. São medidos os componentes produzidos associados à ordens de produção, após a execução de todas as operações do componente em secção de produção.
- Horas de mão-de-obra correspondentes à produção registada, distribuídas pelas diferentes tarefas executadas incluindo retrabalho.
- Contabilização dos componentes defeituosos

Estes dados traduzem a capacidade produtiva necessária e permitem medir a produtividade por hora.homem e por secção ou fase de produção, i.e. duas medidas consideradas particularmente importantes no processo de planeamento, controlo e desempenho produtivo.

Propõe-se como trabalho futuro fiabilizar o processo de estabelecimento de metas de produção e determinação da capacidade produtiva realmente existente baseada em medidas mais objetivas, apesar de se reconhecer a grande dificuldade em realizar este trabalho.

Abstract

This master dissertation describes the work developed under the scope of the Mestrado em Engenharia de Sistemas of the Universidade do Minho, of an data acquisition system for monitoring production and system performance and aid production planning and control tasks in a company manufacturing classic furniture, both of their own models and customized products.

The work makes a description and an analysis of the operation and production planning and control approaches adopted by the company, as well as the performance analysis and measuring system. The work analysis and discusses the basis for establishing production output goals for the system as a whole and, in particular, for each production phase or shop.

From this first part of the study it was possible to conclude that the company operates and plans production applying the Period Batch Control mechanism. This allow to precisely and rigorously control and adopt the same throughput time for each production order, allowing the company to achieve 100% service level and meeting order due dates.

Production output goals are established on a somewhat ill-defined manner involving standards and corrective factors set in a somewhat subjective manner mainly based on the difficulty of carrying the production of different components. These goals regulate production output at the five phases of production. It is suggested, in this work, that the referred factors and method for establishing production goals deserve a process of validation and eventually correction. This is good for establishing goals that may be more realistic and eventually pull up productivity to better levels.

The work designs a data and monitoring system which allows monitoring production flow and measuring real production, which can then be compared with established goals. It also helps to establish effective production capacity in every production phase towards ensuring a better production planning.

Data acquired include: 1) Throughput in every production phase or section. This measures the components manufactured, associated to each production order after the component is finished in each phase. 2) Labour hours really spent to manufacture each component and 3) The components which became defective and may need to be scrapped or reworked.

These data permits to know production capacity and productivity, two essential measures for production planning and control as well as performance evaluation.

Índice Geral

Agradecimentos.....	iii
Resumo	iv
Índice Geral.....	vii
Índice de Figuras.....	ix
1. Introdução	1
1.1.Enquadramento	1
1.2.Objetivos.....	2
1.3.Estrutura do Relatório	3
2. Apresentação da Empresa Produtos e Mercados	4
2.1.Apresentação da Empresa	4
2.2.Produtos.....	4
2.3.Mercados	6
3. Descrição da Situação Atual	7
3.1.Descrição do Sistema Produtivo	7
3.2.Descrição Geral do Processo de Negociação e Processamento de Encomendas.....	13
3.2.1. Objetivos Produtivos e Comerciais	17
3.3.Planeamento da Produção	17
3.3.1. Relacionamento entre Ordens de Produção, Lotes de Fabrico e Encomendas	17
3.3.2. Programação da Produção.....	19
3.3.3. Carga de Produção.....	21
3.4.Lançamento das Ordens de Produção	23
3.5.Monitorização e Aquisição de Dados.....	27
3.5.1. Taxa de Produção.....	28
3.5.2. Avaliação do Desempenho.....	29
3.5.3. Monitorização do Desempenho	29
3.6.Controlo da Produção	34
4. Modelo Proposto para o Sistema de Informação	36
4.1.Requisitos do Sistema.....	36
4.2.Requisitos Operacionais	37
4.3.Arquitetura do Sistema.....	37
4.4.Base de Dados	39
4.5.Interface	42

4.6.Cálculo da Produtividade.....	43
5. Conclusão.....	45
5.1.Trabalho Futuro	46
Bibliografia	48

Índice de Figuras

Figura 1 - Produtos da linha móveis.	5
Figura 2 - Produto da linha modular.	5
Figura 3 - Ilustração sumária das secções, fases do processo de fabrico e fluxo de materiais.....	8
Figura 4 - Implantação ou layout fabril.....	9
Figura 5 - Componentes de uma gaveta	10
Figura 6 - Carrinho com os componentes de um lote.....	13
Figura 7 - Representação do processo preparatório de tratamento de uma encomenda.....	14
Figura 8 - Duração do planeamento e preparação de uma encomenda.	15
Figura 9 - Duração da produção de uma encomenda até à armazenagem.	16
Figura 10 - Tempo de percurso de uma encomenda.....	16
Figura 11 - Diagrama de Gantt do Fluxo de Produção.	16
Figura 12 - Planeamento para a semana 38A – Móveis.	18
Figura 13 - Ilustração do programa de produção.	20
Figura 14 - Relatório de Produção da secção de Aglomerado.	24
Figura 15 - Relatório de Produção para a operação de corte na secção Aglomerado.....	25
Figura 16 - Registo de trabalho acabado na secção Marceneiros.....	27
Figura 17 - Placar da secção Marceneiros.	30
Figura 18 - Tabela de produtividade e registo de trabalho efetuado na secção Marceneiros.	31
Figura 19 - Indicador visual do total de fator produtividade acumulado.....	32
Figura 20 - Gráfico de Produtividade diária para o mês de Setembro na secção Marceneiros.	33
Figura 21 - Gráfico de Produtividade mensal para o ano de 2012 na secção Marceneiros.....	33
Figura 22 - Diagrama Entidade Relacionamento.	40
Figura 23 - Interface da aplicação.	42

1. Introdução

O presente capítulo é referente à introdução da dissertação e inclui o enquadramento, os objetivos do projeto e a metodologia aplicada, bem como uma explicação acerca da estruturação deste documento.

1.1. Enquadramento

Este trabalho enquadra-se no âmbito da dissertação de mestrado do curso de Mestrado em Engenharia de Sistemas (MES) do Departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho. Foi desenvolvido em articulação com uma empresa do setor produtivo na área do mobiliário abordando por isso um caso real.

O trabalho aqui apresentado equaciona o problema de supervisão e monitorização da produção na empresa AM Móveis inserida no ambiente de produção por encomenda do sector industrial de mobiliário clássico.

Uma área importante de gestão de uma empresa industrial é a gestão da produção. Fazer boa gestão da produção numa empresa que produz por encomenda significa, além do uso eficiente dos recursos, primar pela satisfação dos compromissos de entrega. Poder avaliar de forma continuada estas duas realidades exige possuir um sistema adequado de supervisão e monitorização da atividade produtiva. Este sistema deve fornecer informação em tempo real do lançamento e progresso dos trabalhos nas diferentes fases e unidades de produção, permitindo ainda avaliar o desempenho do sistema e a trajetória na direção da satisfação dos compromissos de entrega assumidos. Desta forma é possível detetar situações e áreas problemáticas que podem ser seletivamente identificadas e sujeitas atempadamente a ações corretivas. Em particular, fazer ajustes ao funcionamento e às prioridades de produção pode permitir melhorar o desempenho do sistema de produção e o serviço ao cliente. Claramente, um sistema de supervisão e monitorização da produção pode ser um componente ativo indispensável ao controlo da atividade produtiva capaz também de verificar se as políticas ou estratégias associadas a este controlo estão a produzir os resultados esperados.

Na AM Móveis há um processo de monitorização parcial da atividade produtiva, nomeadamente nas fases de acabamento, ligado a um sistema de gestão empresarial com vocação essencialmente comercial. Adicionalmente existe uma aplicação em Microsoft Access

que permite fazer o planeamento das necessidades de materiais. A informação sobre a estrutura de artigo é introduzida através de um sistema de conceção de produto, conhecido por Autodesk Inventor.

Temos assim uma grande dispersão da informação por várias aplicações e uma correspondente dificuldade de fazer uso da informação para uma gestão eficaz e integrada da atividade produtiva. Existe portanto uma necessidade de reduzir esta dificuldade ou simplesmente resolver este problema procurando criar um sistema que, de forma integrada, possa ajudar numa fase inicial ao controlo e monitorização da atividade produtiva, abrangendo todas as fases destas funções de gestão desde o planeamento de lançamentos em fabrico até à expedição para o cliente.

Verifica-se que a empresa tem atualmente um processo de monitorização pouco estruturado e abrangente, assente em ilhas de sistemas de informação e em informação manualmente recolhida, alguma obtida de forma sistemática e periódica e outra mais avulsa e dispersa, sendo ainda modestamente rentabilizado ao nível da gestão. Há uma evidente necessidade de formalizar o processo de supervisão e monitorização da produção em toda a sua abrangência e relevância e especificá-lo para desenvolvimento e integração no sistema de gestão da produção da empresa.

É a esta necessidade que este projeto pretende responder.

1.2. Objetivos

Como objetivo genérico depois de uma análise cuidada dos processos de gestão da produção, pretende-se desenvolver um sistema de apoio ao planeamento e controlo da produção, com uma maior incidência na supervisão e monitorização da atividade produtiva da AM Móveis e no sistema informatizado de gestão da produção da empresa.

Como objetivos detalhados estipula-se o seguinte:

- Escolher que dados recolher e tratar de forma a monitorizar a atividade produtiva para efeitos de medição de desempenho e acompanhamento da produção em termos de cumprimento de datas de entrega, metas de produtividade e carga do sistema para efeitos de controlo da produção.
- Conceber o sistema de monitorização, integrando módulos existentes para proceder à monitorização e controlo do sistema produtivo.

- Contribuição para a implementação do sistema na empresa.

1.3. Estrutura do Relatório

Este trabalho está organizado em cinco capítulos. O primeiro capítulo faz uma introdução e enquadramento do trabalho referindo os seus objetivos. No segundo capítulo é feita uma apresentação da empresa onde é desenvolvido o trabalho, referenciando a sua área de negócio, os seus produtos e os seus principais mercados. No terceiro capítulo procede-se a uma análise detalhada do sistema produtivo, nomeadamente ao planeamento e controlo da produção. No quarto capítulo apresenta-se o modelo proposto para o sistema de informação e por último no quinto capítulo são feitas as conclusões e considerações de trabalho futuro.

2. Apresentação da Empresa Produtos e Mercados

No presente capítulo é apresentada a empresa onde decorreu o projeto de dissertação, procedendo-se à identificação da empresa, ao seu enquadramento histórico, principais produtos, clientes e organização geral.

2.1. Apresentação da Empresa

A empresa tem a designação de AM Móveis, Lda. e de acordo com a CAE – Classificação Portuguesa das Atividade Económicas, enquadra-se na secção 31091 - Fabricação de mobiliário de madeira para outros fins, cuja atividade é o desenho e conceção de móveis de modelo clássico, maciços, de madeira de cerejeira e carvalho. Possui uma marca própria com a designação AMClassic. Está localizada em Paços de Ferreira, concelho reconhecido como a “Capital do Móvel” devido à forte tradição e elevada presença de empresas do sector do mobiliário. Conta com 110 trabalhadores dos quais 71 são operários fabris.

Foi fundada em 1962 e é constituída por 4 sócios, todos eles irmãos, constituindo uma típica empresa de cariz familiar. Com a chegada do Engenheiro Mário Silva à administração da empresa, esta começou a expandir a sua atividade para mercados externos. Com a crise internacional em 2008 a empresa alterou o seu sistema produtivo para o chamado Toyota Production System.

2.2. Produtos

A AM Móveis produz móveis para casa de estilo clássico e com funcionalidades modernas. Os produtos estão divididos em duas linhas: linha móveis (Figura 1) e linha modular (Figura 2).

A linha de móveis é referente ao mobiliário que constitui tipicamente um quarto de dormir, uma sala de jantar e uma sala de estar, bem como móveis complementares a estas divisões da casa. A linha modular diz respeito a estantes constituídas por componentes que são conjugados mediante o gosto do cliente. Os produtos têm vários tipos de acabamento e a sua madeira é maioritariamente cerejeira e carvalho.



Figura 1 - Produtos da linha móveis.



Figura 2 - Produto da linha modular.

Existe também uma grande variedade de ferragens, quer decorativas quer estruturais presentes na grande maioria dos produtos. O acabamento dos móveis constitui a grande mais-valia e o principal fator de valor acrescentado ao produto, relativamente à concorrência, know-how esse que foi adquirido ao longo dos 50 anos que a empresa possui. Cerca de 75% dos produtos

encomendados são personalizados, isto é, têm pelo menos uma alteração que pode ser nas medidas, tipo de madeira, acabamentos ou ferragens.

2.3. Mercados

Os principais mercados são Espanha, Itália, França, Alemanha, Rússia, Coreia do Sul, Bélgica, Brasil, EUA e Holanda. O trabalho do departamento comercial é considerado fundamental e estratégico para a empresa, pelo que possui profissionais habilitados a falar as principais línguas: inglês, castelhano, alemão, francês e italiano.

Presentemente a empresa tem uma loja própria localizada em Paços de Ferreira e cerca de 1200 lojas autorizadas em todo o mundo.

3. Descrição da Situação Atual

Neste capítulo é feita uma análise ao sistema produtivo da empresa.

3.1. Descrição do Sistema Produtivo

Nesta secção é feita uma descrição geral do sistema de produção e do seu processo de fabrico.

O Sistema Produtivo está dividido em duas fases distintas: Produção Inicial e Produção Final (Figura 3).

A Produção Inicial é constituída pelas secções de Corte, Painel, Aglomerado, Gavetas, Maquinagem, CNCs (máquina de Controlo Numérico Computorizado) e Marceneiros. A Produção Final é composta pelas secções de Acabamento Inicial, Lixagem, Acabamento Final, Montagem Final e Embalagem.

A Figura 4 representa a implantação fabril do sistema produtivo.

Corte

A secção de corte é a primeira a processar a matéria-prima madeira. Aqui a madeira que chega do parque de madeiras (armazém específico da madeira) é cortada com um determinado comprimento, largura e espessura. É nesta secção que é iniciado o processo produtivo para os móveis em madeira. Tem três operadores e é composto por várias máquinas que efetuam o processamento inicial da matéria-prima.

Aglomerado

A secção de aglomerado tem como matéria-prima placas de diferentes espessuras de aglomerado, derivados de madeira e as orlas provenientes da secção de corte. Aqui as placas são cortadas mediante largura e comprimento específicos e as orlas, para aplicar a um dos bordos da placa, são cortadas por comprimento e aplicadas na placa por uma máquina designada por orladora. Depois é colada e prensada a folha que a vai revestir. O que resulta no final da secção é a chamada placa folheada.

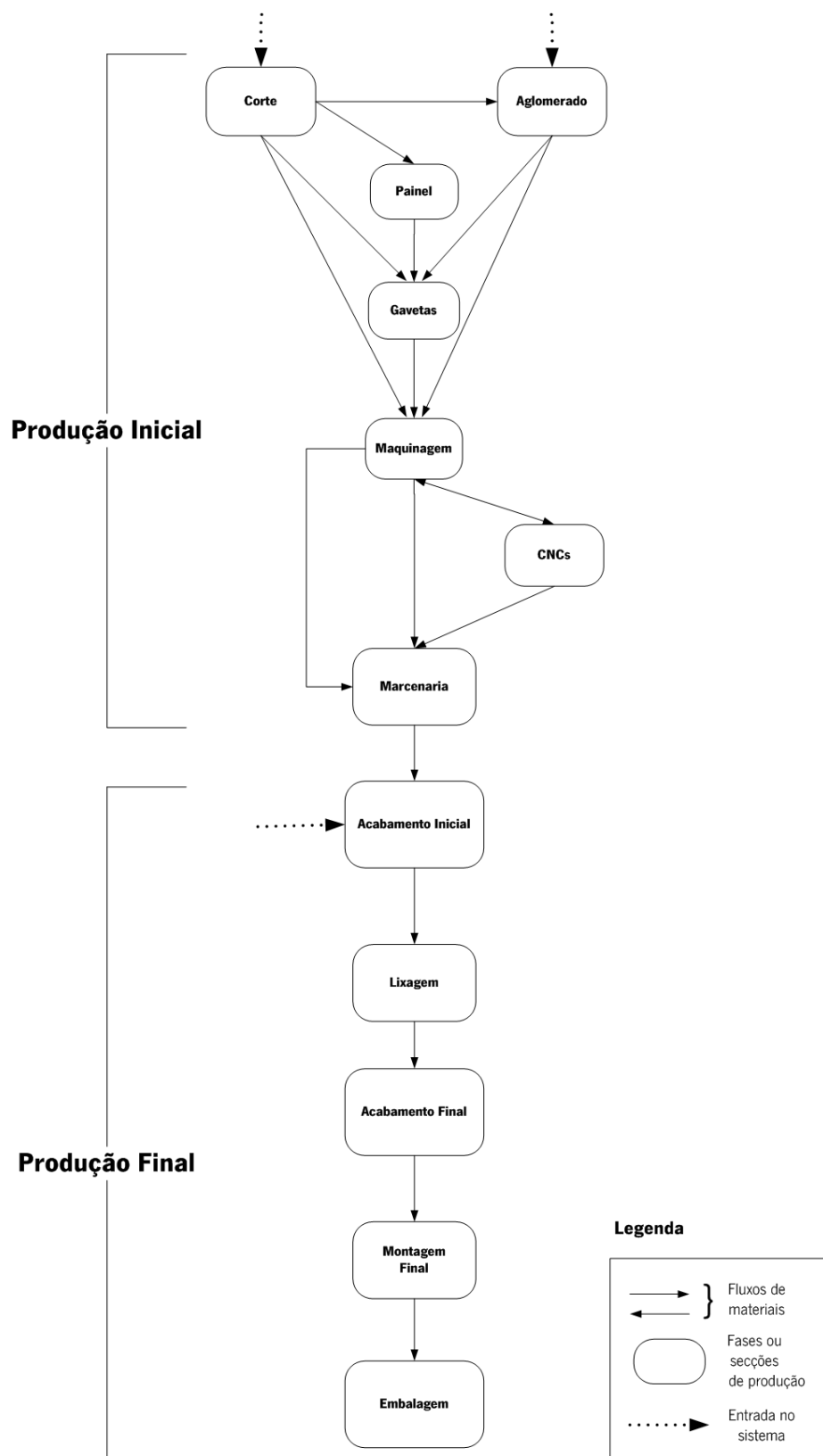


Figura 3 - Ilustração sumária das secções, fases do processo de fabrico e fluxo de materiais

Nesta secção existem habitualmente quatro operadores, um na máquina de corte onde a placa e as orlas são processadas, outro na máquina onde são colocadas as orlas, outra no processo de preparação da folha, em que esta é cortada à medida especificada e por fim um na máquina que cola a folha à placa.

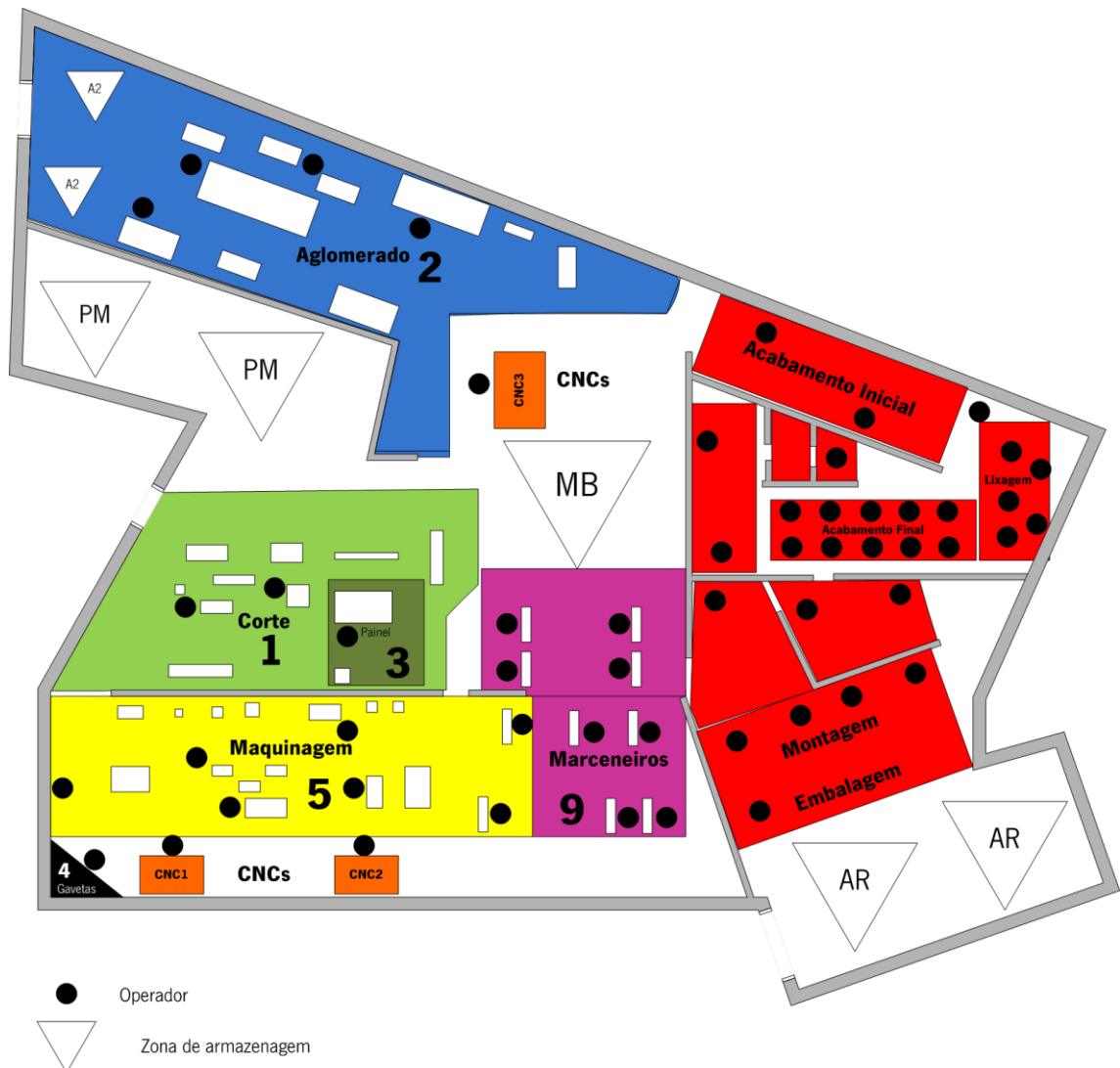


Figura 4 - Implantação ou layout fabril.

Painel

A secção de painel é uma das unidades de produção da secção de Corte e trata-se de uma célula de produção alimentada por régua de madeira de 65 mm de largura e de comprimento e espessura variável. As régua com a mesma espessura são coladas longitudinalmente umas às

outras formando o painel que posteriormente é cortado nas dimensões necessárias para serem utilizadas como ilhargas, fundo e traseira das gavetas. Esta secção é constituída por uma máquina de colagem e outra de corte e habitualmente operadas apenas por um operador.

Gavetas

Na secção gavetas montam-se os componentes que formam as gavetas como ilustra a Figura 5. As ilhargas, o fundo e a traseira da gaveta são provenientes da secção de painel, a frente pode ser em madeira ou aglomerado ou derivados. Apenas um operador está normalmente alocado nesta secção.



Figura 5 - Componentes de uma gaveta

Maquinagem

Na secção Maquinagem os componentes são maquinados, cortados e calibrados com a precisão necessária e daqui saem para serem montados. Esta secção recebe componentes das secções corte, aglomerado e gavetas, como se ilustra na Figura 3, sendo uma secção nuclear a toda a produção. Como é efetuada uma grande variedade de operações nos componentes, possui várias máquinas e normalmente conta com nove operadores permanentes ocupando uma área considerável do espaço fabril.

CNCs

É uma secção que possui três máquinas de controlo numérico e está distribuída em duas zonas do espaço fabril, como ilustra a Figura 4, por razões de encadeamento do fluxo de materiais e de trabalho. As CNCs executam várias operações de maquinação, incluindo furação nos componentes e pormenores de cariz estético. Os componentes que recebe vêm da Maquinação, para onde poderão voltar ou seguir para a secção de montagem (Figura 3). Duas das máquinas estão situadas junto à secção de Maquinação e uma outra junto à secção de Aglomerado. Portanto a secção tem duas zonas físicas de implantação. Para cada máquina é necessário um operador.

Marceneiros

Nesta secção é feita a junção dos componentes que vêm da Maquinação ou das CNCs e que constituem um móvel, procedendo-se a afinações e últimos ajustes estruturais. Daqui sai o chamado móvel em branco, isto é, sem qualquer tipo de acabamento ou, tratando-se de um produto modular, saem módulos, estando ambos prontos para a Produção Final. Existem quatro operadores afetos à produção da linha modular, cinco à linha de móveis, e um décimo operador que é o chefe de secção e dá apoio às duas células. Cada operador tem uma bancada de trabalho.

Acabamento Inicial

O acabamento inicial é o primeiro processo da fase de Produção Final. O móvel é recebido em branco, e recebe a velatura específica para a tonalidade pretendida e de seguida recebe o tratamento de tapa-poros que constitui uma forma de proteger a madeira e prepará-la convenientemente para ser submetida aos diferentes processos de acabamento final. São usados dois operadores nesta secção.

Lixagem

Os móveis chegam do Acabamento Inicial e são lixados para seguirem para o Acabamento Final. O processo de lixagem é executado por sete operadores.

Acabamento Final

Nesta secção, conforme as especificidades do produto, são aplicadas as técnicas de “dar velho”, “sujo”, “patinar”, verniz e pó. São dezassete o número de operadores presentes para executar estas tarefas.

Montagem Final

Aqui os móveis são montados, sendo ainda aplicadas as ferragens decorativas, tomando assim a forma final requerida pelo cliente. Nesta secção trabalham cinco operadores.

Embalagem

Os móveis são por fim embalados convenientemente com plástico com ar encapsulado (plástico bolha) fornecendo um acondicionamento que protege contra impacto, e cartão. Em determinados móveis é colocada uma estrutura rígida de proteção para que o risco de dano no transporte ser mínimo. São dois os operadores que executam estas tarefas.

Existem componentes e artigos que são produzidos por alguns fornecedores e chegam em branco para entrar na secção de acabamento, aguardando na zona de armazenagem ilustrada na Figura 4 como MB (Móveis em Branco). As restantes zonas de armazenagem são PM (Parque de Madeiras) que é onde está a matéria-prima madeira que chega em toros. Existe também uma zona onde estão armazenadas placas de Aglomerados e derivados de madeira de diferentes espessuras identificadas na Figura 3 como A2, uma zona identificada por AR (Armazém) que é o Armazém de Produto Acabado e embalado pronto para expedição.

A empresa utiliza carrinhos, Figura 6, para transporte dos componentes na área fabril. Nas secções Corte e Aglomerado os carrinhos estão organizados por tipo de material. À entrada da secção de Maquinagem os carrinhos são organizados por um operador para que em cada carrinho estejam os componentes todos de um único lote.



Figura 6 - Carrinho com os componentes de um lote.

3.2. Descrição Geral do Processo de Negociação e Processamento de Encomendas

Uma encomenda é um pedido de compra de um ou mais produtos iguais ou diferentes pelos clientes. Estes podem ser clientes finais, através do contacto direto na loja da empresa ou, mais frequentemente, clientes intermediários que possuem as suas próprias lojas e vendem também os produtos AMClassic, geralmente retalhistas. Desta forma é frequente uma encomenda ter um cliente intermediário com vários produtos de vários clientes finais.

O processo de negociação de uma encomenda inicia-se com o contacto do cliente com o Departamento Comercial que, após acordadas as condições do negócio, faz o lançamento da nota de encomenda no sistema de gestão empresarial tipo Enterprise Resource Planning (ERP). A Figura 7 ilustra como se desenvolve este processo.

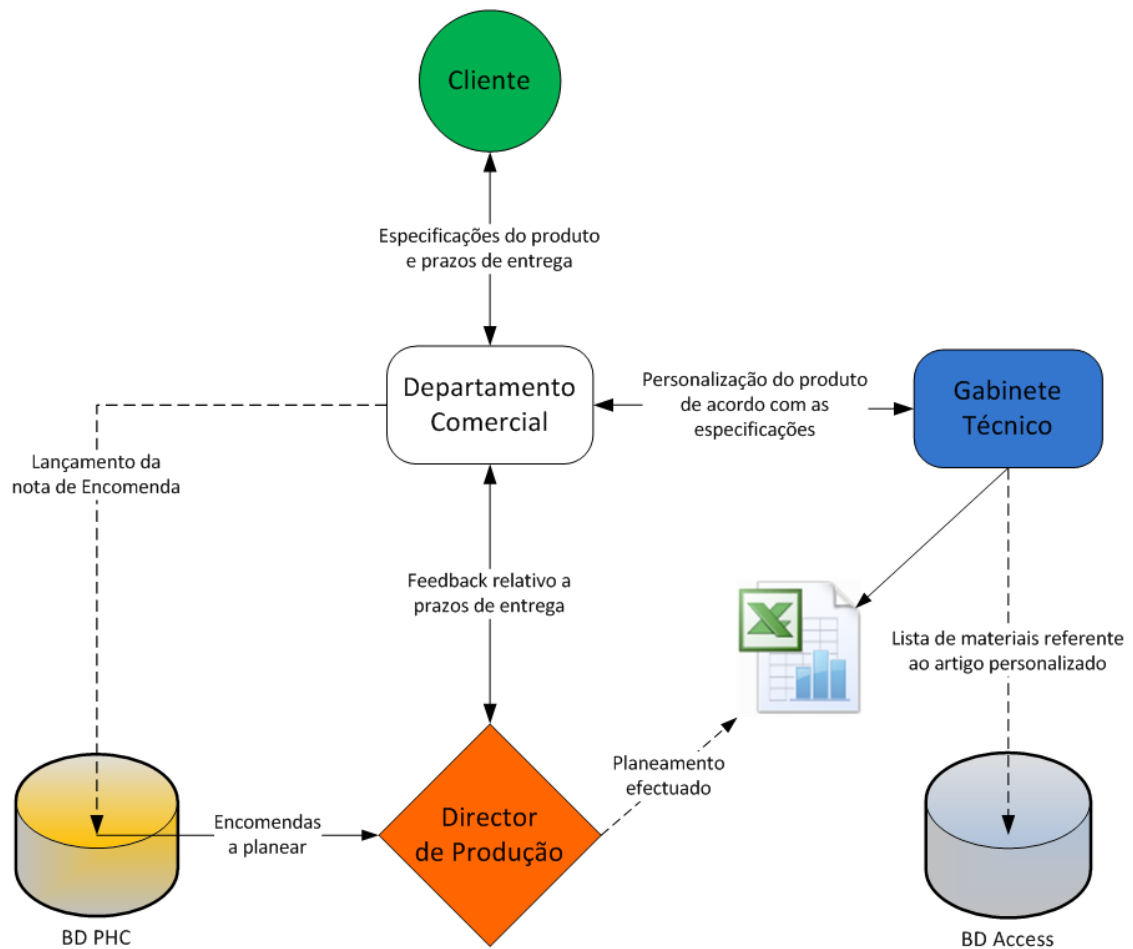


Figura 7 - Representação do processo preparatório de tratamento de uma encomenda.

Os artigos encomendados podem ser personalizados a partir de alterações a artigos standard. Caso haja alterações a fazer ao artigo standard, o departamento comercial pede ao Gabinete Técnico para efetuar as alterações, produzir um esboço, geralmente tridimensional (3D), com as características pedidas e o orçamento respetivo.

Relativamente a prazos de entrega, o Departamento Comercial estabelece ligação com o Diretor de Produção que dá a indicação de uma data de entrega para cada artigo a vender. Essas informações são reunidas numa proposta e passadas depois para o cliente. Este processo pode necessitar de algumas iterações se o cliente propuser alterações adicionais à proposta personalizada ou datas de entrega diferentes das propostas, até se fechar o processo de negociação.

Quando, e se, a encomenda for aceite, o Gabinete Técnico ultima os pormenores de desenho e especificações e o funcionário do Departamento Comercial faz o registo da encomenda no sistema ERP, Figura 7, tarefa que normalmente é realizada num prazo de dois

dias. A nota de encomenda é depois enviada para o cliente e acompanhada do desenho, caso haja alterações ao produto standard.

Recorrentemente, todos os dias, o Diretor de Produção consulta o sistema ERP e analisa as encomendas registadas e, tendo em conta dados como datas de entrega acordadas, localização do cliente e tipo de produtos encomendados, efetua o seu planeamento. Habitualmente a produção de uma encomenda fica planeada ao fim de 4 dias.

O planeamento, após ser efetuado é enviado para o Gabinete Técnico. Por sua vez o Gabinete Técnico faz a preparação dos artigos de cada lote presente em cada plano de produção, já que a versão que é enviada ao cliente no momento da proposta não tem todas as especificações do produto registadas no sistema necessárias à produção. Assim, é necessário ultimar estas especificações no software de conceção de produto e posteriormente exportar para uma base de dados Access a lista de componentes correspondente a cada encomenda. O Gabinete Técnico demora normalmente um dia e meio de trabalho para completar estas tarefas para todos os artigos que constituem um plano de produção.

Por fim cabe também ao Gabinete Técnico a elaboração de Relatórios de Produção. Estes Relatórios de Produção traduzem-se em uma listagem de componentes por secção e operação para os artigos de um plano de Produção obtida da Base de Dados Access. Desde a elaboração destes relatórios até ao início da produção decorre um dia de trabalho. Assim, o tempo aproximado que vai desde o registo de uma nota de encomenda até ao início possível da sua produção é 8,5 dias de trabalho como ilustra a Figura 8.

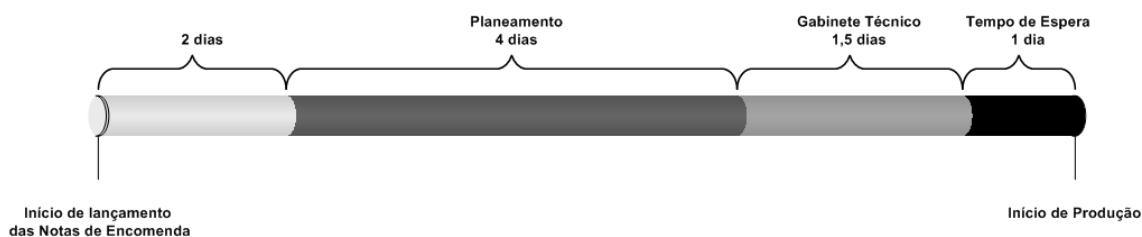


Figura 8 - Duração do planeamento e preparação de uma encomenda.

Como se referiu (secção 3.1) a produção está dividida em duas fases fundamentais: a Produção Inicial e a Produção Final. A Produção Inicial começa com o processamento da matéria-prima na secção de Corte e termina com o móvel produzido em branco, isto é, à saída da secção de Marcenaria sem qualquer tipo de acabamento. Esta fase tem a duração de 7,5 dias úteis. Após esta fase, o tempo de espera dos artigos para a fase de Produção Final tem

uma duração média de 1,5 dias úteis. Durante este tempo de espera dos móveis na zona de armazenagem intermédia à entrada da secção de acabamento é iniciado um processo de replaneamento. Os móveis percorrem esta fase de acabamento até à sua embalagem e armazenagem por 5 dias úteis. A produção tem uma duração esperada de 14 dias de trabalho como ilustra a Figura 9.

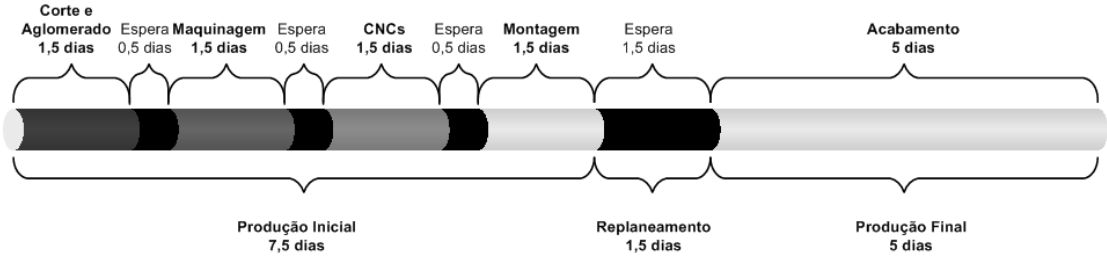


Figura 9 - Duração da produção de uma encomenda até à armazenagem.

O tempo de percurso tem uma duração total estimada em 22,5 dias úteis e está representada na Figura 9.

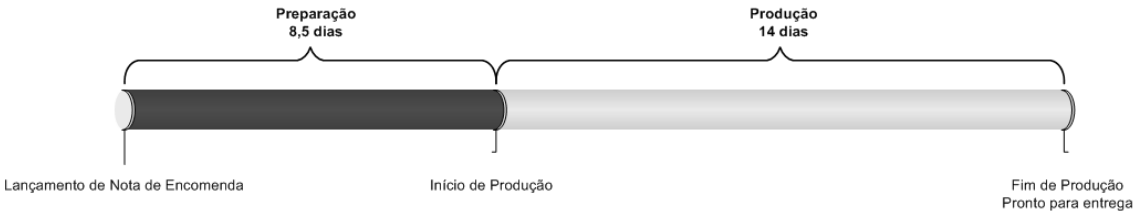


Figura 10 - Tempo de percurso de uma encomenda.

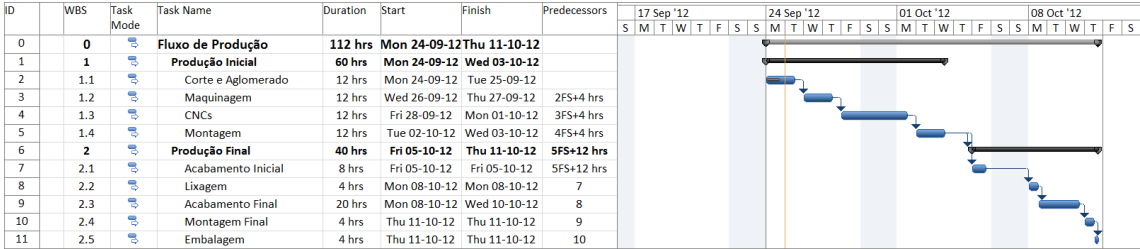


Figura 11 - Diagrama de Gantt do Fluxo de Produção.

3.2.1. Objetivos Produtivos e Comerciais

Os objetivos comerciais relativamente aos prazos de entrega são para produtos standard de seis semanas, desde a data da aceitação da encomenda até à entrega ao cliente, e para os produtos personalizados oito semanas. A filosofia da empresa mostra que a satisfação do cliente é a prioridade em todo o funcionamento da empresa daí que os objetivos produtivos sejam consequência direta dos objetivos comerciais.

3.3. Planeamento da Produção

O planeamento da produção é efetuado tendo em conta os objetivos da empresa em dar prioridade às pretensões do cliente. Assim, a data de entrega acordada com o cliente não deverá nunca ser ultrapassada. Para que isso seja cumprido, o Diretor da Logística estuda as encomendas em carteira classificando os clientes mediante o tipo de transporte por eles utilizado:

- 1) clientes podem ter transporte próprio e carregar na fábrica,
- 2) clientes de Portugal e Espanha cujo transporte é assegurado pela AM Móveis,
- 3) clientes cujo transporte é subcontratado pela AM Móveis.

Após definido o plano logístico de distribuição, as datas de expedição para cada artigo ficam definidas no ERP. Estas datas são vistas como as datas de entrega das encomendas na perspetiva da produção. Com estas informações o Diretor de Produção inicia o planeamento da produção inicial carregando as encomendas em carteira e, obedecendo às datas de expedição, faz a distribuição dos artigos por planos de produção.

3.3.1. Relacionamento entre Ordens de Produção, Lotes de Fabrico e Encomendas

O planeamento da produção da empresa é feito com o escalonamento de ordens de produção que agregam vários lotes de fabrico (Figura 12).

Semana 38A												
Standard												
AMARELO												
Ind_Prod	lote:	ne	Artigo	Q	Descrição			D_Inicio	D_Fim	Resp.	Resp. Comercial	ACAB?
111	22871	850	13054	1	REF BASE VITRINE GALA 2P - CEREJ (C/ LUZ INT + VIDRO LAMINAD						Mikael Azevedo	Sim
40	22872	857	10816.00000	1	MESA CENTRO QUAD. VERSUS - CEREJ						Anabela	Sim
35	22873	857	10826.00000	1	MÓVEL BAIXO TV L2.30m VERSUS C/ PT CORRER - CEREJEIRA						Anabela	Sim
9	22874	857	10828.00000	1	COMP. PAREDE C/ 2 PRAT VERSUS - CEREJEIRA						Anabela	Sim
29	22875	857	10829.00000	1	COMP. PAREDE L1.05m BLOCO VERSUS - CEREJEIRA						Anabela	Sim
63	22876	10565	13021.NCLAB	1	REF BASE CAMISEIRO GALA 60; CORR MAD - 100% BRILHO						Ricardo Neto	Não
63	22877	10565	13021.NCLAB	1	REF BASE CAMISEIRO GALA 60; CORR MAD - 100% BRILHO						Ricardo Neto	Não
63	22878	850	13022.N	1	REF BASE CAMISEIRO GALA 90; CORR MAD - CEREJ						Mikael Azevedo	Sim
104	22879	10565	13025.NCLAB	1	REF BASE CHIFFONIER GALA; CORR MAD - 100% BRILHO						Ricardo Neto	Não
62	22880	10565	13071CA	1	REF BASE MÓVEL TV GALA - CARVALHO						Ricardo Neto	Sim
133	22881	858	AC3211Z	1	VITRINE POMPADOUR 1P (SERIE I - COM ILUMINAÇÃO INTERIOR)						Anabela	Sim
71	22882	847	AC3214	1	CAMISEIRO MAYFLOWER						Anabela	Sim
110	22883	847	AC3223	1	SHINFONIER POMPADOUR						Anabela	Sim
64	22884	5468	AC3306.00000	1	MESINHA FECHADA POMPADOUR: 00-AAC						Leonor Quintas	Não

Semana 38A												
Alterado												
Ind_Prod	lote:	ne	Artigo	Q	Descrição			D_Inicio	D_Fim	Resp.	Resp. Comercial	ACAB?
91	22885	857	10801.00000	1	APARADOR VERSUS 4P - CEREJEIRA	V	Ver desenho				Anabela	Sim
40	22886	869	9.061	1	MESA ROMEO 1.40x1.05m (+1 ext. 0.55m) - CEREJEIRA	V	ver desenho				Leonor Quintas	Sim
28	22887	5468	AC3305.00000	1	MESINHA ABERTA POMPADOUR: 00-AAC	V	ver desenho				Leonor Quintas	Não

Figura 12 - Planeamento para a semana 38A – Móveis.

No exemplo da Figura 12 observam-se os artigos definidos para a ordem de produção 38A para a linha móveis. Na ordem de produção estão especificados os lotes, um lote por cada artigo, definindo a quantidade de artigos do lote (Q), a nota de encomenda a que o lote pertence (ne), o código do artigo (Artigo), o valor esperado do indicador de produtividade (Ind_Prod), exprimindo a quantidade de produção medida em relação a um padrão de referência e, naturalmente a descrição do artigo.

Como se vê a ordem de produção é dividida em duas partes: uma para os artigos standard e outra para os artigos customizados, ditos alterados. Estes são artigos que diferem dos do catálogo da empresa por customização de um ou mais parâmetros, e.g. dimensões, número de gavetas, cor, tipo de acabamento etc..

O código de identificação da ordem de produção faz-se pelo número anual da semana, neste caso 38, em que deve estar concluída a produção inicial, i.e. terminada a montagem na secção Marceneiros, e por uma das letras A, B C ou D ciclicamente afetadas de forma repetida e por esta ordem às sucessivas ordens de produção. Devido à duração do ciclo de produção o código das ordens de produção nunca é repetido no ano.

3.3.2. Programação da Produção

A programação de cada ordem de fabrico representa uma carga de produção em cada secção no período programado de 1,5 dias que deve ser igual à capacidade de produção da secção durante o mesmo período. Esta carga, juntamente com os compromissos de entrega, i.e. data de conclusão programada para a fase da produção inicial, permite criar a base para a seleção do conjunto de móveis a fabricar que podem ser agregados numa ordem de produção. Portanto, a ordem de produção, é constituída por lotes de artigo, cada um dos quais associado a uma nota de encomenda de um cliente, de um ou mais artigos, a entregar numa data acordada.

O planeamento da produção é um processo contínuo, diário e rolante que escalona ordens de produção por períodos repetitivos de 10 dias. Assim, cada ordem de produção tem um tempo em curso de fabrico controlado de 7,5 dias, sendo de 1,5 dias por etapa ou secção de produção, e meio dia de espera entre secções sequenciais do processo de fabrico, exceto entre o Gabinete Técnico e a primeira secção de produção, que é de um dia (Figura 13). Nesta programação da produção o Gabinete Técnico aparece como uma unidade organizacional cujo trabalho preparatório que realiza é também escalonado. Naturalmente que o lançamento da ordem em fabrico tem de se fazer por programação regressiva tendo em conta o tempo em curso de fabrico planeado para a ordem de fabrico, i.e. 7,5 dias depois do trabalho do Gabinete Técnico, programado para 1,5 dias, e a espera de um dia para entrar no sistema (Figura 13).

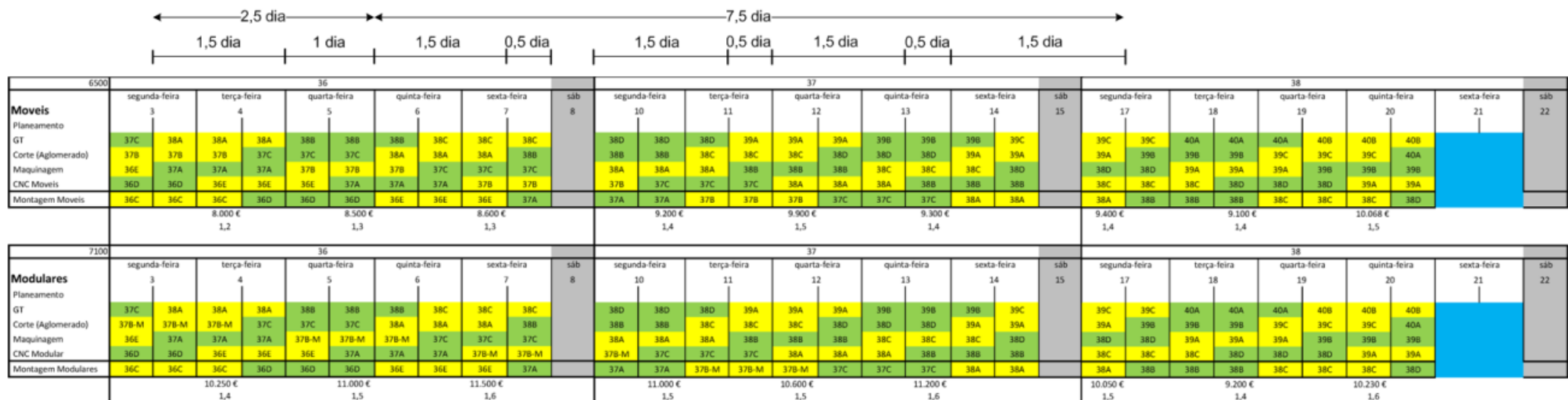


Figura 13 - Ilustração do programa de produção.

Analisando a Figura 13 identificam-se os dias da semana, cada um dividido em duas colunas correspondendo a dois períodos (manhã e tarde) e as secções ou unidades organizacionais do sistema produtivo. A atividade de produção programada inicia-se no Gabinete Técnico (GT com a atividade preparatória de produção associada à ordem de produção, de 1,5 dias de duração como se referiu, estando programado o início da fabricação das secções de Corte e Aglomerado, com duração de 1,5 dias, após uma espera de um dia. Este período de controlo de 1,5 dias para produzir e meio dia para esperar, repete-se em todas as secções subsequentes do processo de fabrico até à montagem, como ilustra a Figura 13.

Podemos ver na Figura 13 o programa de produção para a semana 38, na qual estão escalonadas as ordens de produção 38A, 38B, 38C e um período de meio dia para a ordem 38D na secção de Marceneiro, i.e. Montagem. Como as letras A B C e D identificam alfabeticamente a sequência em que devem ser executadas as ordens de fabrico, a ordem de produção 38A é a primeira, a 38B a segunda, a 38C a terceira e a 38D a quarta a entrar em produção.

Existem dois programas de produção diferentes, um diz respeito aos produtos da linha modular e outro diz respeito à linha móveis. Embora se trate de produtos diferentes são produzidos conjuntamente.

3.3.3. Carga de Produção

É evidente a complexidade em estabelecer um procedimento robusto e linear para uma efetiva determinação da carga de produção associada a qualquer ordem de produção. É particularmente interessante e algo sui-generis o mecanismo usado na empresa para estimar a capacidade produtiva necessária para uma ordem de produção, i.e. a sua carga. Isto é feito com base na experiência da empresa no que se refere à correspondência entre custos de produção e capacidade produtiva necessária. Esse mecanismo é descrito a seguir: Na fase de planeamento, o Diretor de Produção utiliza o custo estimado de produção dos artigos associados à ordem de produção. Este custo é então dividido por 6500€ para determinar a carga do programa de móveis e por 7100€ para estimar a carga do programa de modulares. Assim, utilizando o exemplo da Figura 13 temos para o plano 38A um valor total do plano móveis de 9400€ para

um valor diário de 6500€ para 9 horas de trabalho. É apurado o valor aproximado em dias de trabalho efetuando o cálculo $\frac{9400}{6500} \approx 1,4$. Assim, é dada a indicação de que o plano 38A para móveis demorará aproximadamente 1,4 dias, não ultrapassando o dia e meio de trabalho. Mediante este valor o Diretor de Produção tem a expectativa de terminar a produção dentro do período de controlo de 1,5 dias. O valor aproximado é meramente orientativo, já que na prática são os chefes de secção que em articulação com o Diretor de Produção determinam as medidas a tomar para cumprir o plano. Assim, é analisado caso a caso, recorrendo-se se necessário, a formas de flexibilização da capacidade produtiva, que incluem horas extraordinárias, banco de horas, subcontratação, ou outras formas de controlo do output. Similar análise é feita para modulares.

O Diretor de Produção procura ajustar as ordens de fabrico de forma a incluir artigos que possam proporcionar poupanças de set-ups, i.e. artigos que fabricados sequencialmente não obriguem a mudanças significativas de set-up. Estas poupanças potenciais são exploradas para ajustar a capacidade produtiva, i.e. controlar o output, desde que não se ponha em causa a data de entrega. Isto naturalmente acontece se vários móveis do mesmo modelo forem incluídos na mesma ordem de produção. Portanto a ordem de produção pode incluir diferentes lotes de artigos idênticos, ainda que de diferentes notas de encomenda, para na produção se fazerem economias de escala nos processos preparatórios da produção e dos postos de trabalho, incluindo máquinas.

Claramente que o controlo de output é acionado somente quando as variações em relação à carga esperada de 1,5 dias por secção são pequenas. Se forem grandes a ordem de produção é revista antes de ser ultimada, i.e. aceite. Portanto, o processo de estabelecer ordens de produção é um processo iterativo. Assim, após a seleção dos artigos para uma ordem é feita a avaliação da carga e estimado o tempo esperado para a sua execução. Caso ultrapasse ou esteja aquém, de forma significativa do dia e meio de trabalho, iterações são requeridas até que a ordem de produção satisfaça os limites de carga pretendidos, sendo escolhidos um conjunto de artigos diferentes para compor a ordem de produção, sendo sempre indefetível o cumprimento dos prazos de entrega.

Face à dificuldade acima referida de estimar a carga do trabalho a lançar, reconhece-se mérito no procedimento adotado pela empresa, já que no momento serve os propósitos do planeamento em estimar a carga referida com uma precisão aceitável, sendo que as

imprecisões se resolvem por controlo do output. Claramente este procedimento de cálculo de carga associada a uma dada ordem de produção, baseada nos custos de produção, requer um processo de monitorização e ajuste face às variações dos custos dos fatores de produção e alterações de produtividade das secções fabris. Portanto, parece existir necessidade de aferir este procedimento, para fiabilizar a correspondência entre custos de produção e carga, ou encontrar outro mais linear, robusto e apelativo.

3.4. Lançamento das Ordens de Produção

O processo de lançamento das ordens de produção é da responsabilidade do Gabinete Técnico, e é feito depois de concluído todo o processo preparatório de cada ordem de produção para que possa ser lançada em fabrico. Toda a informação necessária a este processo, e gerada por ele, encontra-se na Base de Dados Access. Tal preparação consiste, no essencial, em preparar os cadernos de fabricação, na empresa designados de relatórios de produção, que detalham todos os componentes e operações de transformação a executar, assim como a montagem, em cada secção para se chegar ao produto final, principalmente na fase de produção inicial. Estes cadernos de fabricação incluem uma capa por cada lote com os desenhos técnicos para que possam ser consultados pelos operadores sempre que surjam dúvidas acerca das especificações técnicas dos produtos, identificação de componentes ou outros aspetos a esclarecer. Esta capa de arquivo acompanha os materiais no espaço fabril, transportados em carrinhos normalizados pelas etapas da fase de Produção Inicial.

Os relatórios de produção indicam de forma clara e objetiva todos os componentes e móveis, i.e. artigos, que vão ser produzidos. Estes relatórios, desdobram-se em várias subordens de fabricação de componentes e da sua montagem, referenciada ao lote e à encomenda, através da ordem de produção programada, e.g. 38A Móveis ou outra. Assim o seguimento e a formação de kits para a montagem dos lotes de móveis referidos na ordem de produção é assegurada, facilitando o processo de seguimento e coordenação do fluxo de materiais. É de realçar que, quando necessário, os kits são formados e transportados em carrinhos normalizados. Poderá haver alguns de tamanhos maiores para transporte de kits de grandes dimensões.

Podemos dizer que um relatório de produção desdobra cada ordem de produção nos seus lotes emitindo subordens de produção para a fabricação de cada um dos componentes e para a sua montagem. Um exemplo é identificado na Figura 14.

Secção: 2 AGLOMERADO						VERSUS
LOTE: 22872 SEMANA 38_A MOV						
857_10816 MESA CENTRO QUAD. VERSUS						
TAMPO - GERAL						
<i>Nº Des. Componente</i>	<i>Comp.</i>	<i>Larg.</i>	<i>Esp.</i>	<i>Madeira</i>	<i>QTD/Total</i>	
TAMPO - FOLHA	970	X 970	X 0,6	FOLHA DE MOCALI (FINA)	0	1
TAMPO - FOLHA P / MOLDE	0	X 0	X 0,6	FOLHA DE MOCALI (FINA)	P/DESENHO	1
TAMPO - ORLA (1/2 ESQ)	1000	X 23	X 27	LACADO	1/2 ESQ	4
TAMPO - PLACA	896	X 896	X 22	MDF 22	0	1
Rentear						
TAMPO - GERAL	946	X 946	X 0	MDF 22	0	1

Secção: 2 ORLAS						VERSUS
LOTE: 22872 SEMANA 38_A MOV						
857_10816 MESA CENTRO QUAD. VERSUS						
TAMPO - GERAL						
<i>Nº Des. Componente</i>	<i>Comp.</i>	<i>Larg.</i>	<i>Esp.</i>	<i>Madeira</i>	<i>QTD/Total</i>	
TAMPO - ORLA (1/2 ESQ)	1000	X 23	X 27	LACADO	1/2 ESQ	4

Secção: 2 FOLHA						VERSUS
LOTE: 22872 SEMANA 38_A MOV						
857_10816 MESA CENTRO QUAD. VERSUS						
TAMPO - GERAL						
<i>Nº Des. Componente</i>	<i>Comp.</i>	<i>Larg.</i>	<i>Esp.</i>	<i>Madeira</i>	<i>QTD/Total</i>	
TAMPO - FOLHA	970	X 970	X 0,6	FOLHA DE MOCALI (FINA)	0	1
TAMPO - FOLHA P / MOLDE	0	X 0	X 0,6	FOLHA DE MOCALI (FINA)	P/DESENHO	1

terça-feira, 23 de Outubro de 2012						Página 8 de 88

Figura 14 - Relatório de Produção da secção de Aglomerado.

Assim, após a definição ou listagem dos artigos a produzir (Figura 12) a seu tempo o Gabinete Técnico elabora os relatórios de produção dos artigos cuja produção é então programada conforme se ilustra na Figura 14 e Figura 15.

<i>Secção: 2 Aglomerado</i>			<i>AMClassic</i>									
<i>Nº Des. Componente</i>	<i>Medida c/ Aumento</i>			<i>Madeira</i>	<i>Aglom. Oriadora Prensa</i>			<i>QTD/Total</i>				
<i>Comp. Larg. Esp.</i>												
22871	AGLOMERADO 15							SEMANA 38_A MOV Indicador				
CIMALHA - ALM - BAIXO	1534	X	367	X	15	AGLOMERADO 15						11,75
GALA												1
CIMALHA - ALM - CIMA	1534	X	388	X	15	AGLOMERADO 15						11,75
GALA												1
22881	AGLOMERADO 15							SEMANA 38_A MOV Indicador				
GRADE GERAL	802	X	370	X	15	AGLOMERADO 15						9,75
POMPADOUR												1
22882	AGLOMERADO 15							SEMANA 38_A MOV Indicador				
TAMPO - PLACA GERAL	507	X	322	X	15	AGLOMERADO 15						9,75
MAYFLOWER												1
Lote	Quant: 4											
22871												
22872												
22873												
22874												
22875												
22876												
22877												
22878												
22879												
22880												
22881												
22882												
22883												
22884												
22885												
22886												
22887												
<i>Agglomerado</i>					<i>Oriadora</i>					<i>Prensa</i>		
terça-feira, 23 de Outubro de 2012												

Figura 15 - Relatório de Produção para a operação de corte na secção Aglomerado.

Os relatórios de produção possuem a informação necessária de produção definindo os artigos e ainda as operações a realizar em cada secção ou unidade de produção, e.g. corte ou aglomerado, definindo ainda procedimentos de sequenciamento de operações com vista à economia não só de matérias-primas, e.g. no corte de placas de aglomerado em peças, mas também e sobretudo de tempos de produção, agregando operações para obter economias de escala durante o prazo definido pelo período de controlo, i.e. 1,5 dias. Isto permite aumentar a capacidade de produção e a produtividade, em relação à situação em que a agregação de operações não seja realizada.

Assim, por exemplo, nas secções de Corte e Aglomerado as ordens de produção para as operações de corte estão organizados por tipo de madeira ou placa e ordenados de forma decrescente de comprimento, contendo componentes de vários artigos na mesma sub-ordem de produção contida no relatório de produção. Aplica-se assim uma estratégia com vista a diminuição do tempo de set-up e economia de materiais, como se referiu acima e se ilustra na Figura 15.

Os relatórios são impressos em papel de tamanho A4 e, após a execução das operações respetivas, os componentes processados são identificados com a anexação das sub-ordens com fita-cola aos componentes do lote, de forma a facilitar a seleção de componentes para a sua montagem e a seguirem para a etapa posterior de fabrico.

A secção de Aglomerado tem normalmente quatro tipos de sub-ordens de produção: uma para a operação de corte de placa (Figura 15) outra para a operação de corte das orlas e outra para o corte de folha (Figura 14). Estes componentes são depois montados através de colagem e prensagem, para criar as placas folheadas necessárias ao lote a produzir.

Analisando a Figura 14 observam-se três sub-ordens de produção, cada uma referida a um componente, separadas por uma linha a traço interrompido ou picotado. Cada uma destas sub-ordens é separada pelo picotado. No entanto, o operador que efetuar a última operação da secção receberá dois componentes devidamente identificados: placa já com orlas e folha. Após esta última operação o componente resultante será identificado apenas pela primeira sub-ordem (“TAMPO - GERAL”) que vemos na Figura 14. Note-se que nesta sub-ordem está presente informação para a secção seguinte Maquinagem sobre a operação que o componente necessita.

Devido à organização dos carrinhos à entrada da Maquinagem e à correspondência de um carrinho por lote, os relatórios de produção para a secção de Maquinagem e para as secções subsequentes agrupam as operações a serem realizadas por lote.

3.5. Monitorização e Aquisição de Dados

Ao longo do sistema produtivo é feita a aquisição de dados para controlo da produção e medição de desempenho. Em particular são medidas a taxa de produção e a produtividade de cada secção fabril, tendo em conta os meios de produção disponíveis, incluindo mão-de-obra. Isto é importante, por um lado para de forma continuada aferir a capacidade produtiva das secções e, por esta via, poder estabelecer a carga de produção em cada uma, fiabilizando os programas de produção, como foi descrito na secção anterior. Por outro lado, permite aferir os indicadores de produtividade e avaliar o comportamento desta no tempo. Assim, na secção de corte o operador encarregue da última operação regista toda a produção efetuada na secção. Registos similares são feitos para as outras secções da fase de produção inicial. Na secção de CNCs o registo da produção é feito de forma automática, através do software específico ao funcionamento das CNCs. Os registos são efetuados de forma manual numa folha elaborada para o efeito, diariamente, sendo os dados tratados posteriormente (um a dois dias) de forma a apurar entre outras medidas as de produtividade de cada secção.

Na Figura 16 observa-se o registo manual do trabalho acabado para a secção montagem, i.e. Marceneiros, referente à ordem de produção 42B para a linha móveis.

Ordem 42B Standard										Branco	
Ind_Prod	lote:	ne	Artigo	Q	Descrição		D_Inicio	D_Fim	Resp.	Resp. Comercial	ACAB?
68	23288	1026	3514	1	CHIFFONIER NICE - CEREJEIRA	✓	✓	17-10	17-10	SUSANA Ferreira	Sim
184	23289	10685	10601	1	APARADOR 2P DIRECTOIRE - CEREJEIRA	✓	✓	17-10	18-10	Ricardo Neto	Sim
60	23290	1001	13021.NLAM	1	REF BASE CAMISEIRO GALA 60; CORR MAD - TCerej/Est Lac AM	✓	✓	17-10	18-10	Anabela	Sim
60	23291	1001	13021.NLAM	1	REF BASE CAMISEIRO GALA 60; CORR MAD - TCerej/Est Lac AM	✓	✓	17-10	18-10	Anabela	Sim
83	23292	1001	13029.NLAM	1	REF BASE CÔMODA GALA 3G L115; CORR MAD - TCerej/Est Lac AM	✓	✓	17-10	18-10	Anabela	Sim
88	23293	10678	4506C	1	APARADOR 2P ORIENTE - CEREJEIRA	✓	✓	19-10	22-10	Ricardo Neto	Não
3	23294	10695	MAP02.A.0000.0.00	1	MÓVEL APOIO 02 - REF BASE - TAMPO CARV + EST MDF	Produzir Só Tampo	✓	15-10	15-10	Ricardo Neto	Não
11	23295	10695	COM09.A.0000.0.00	1	CÔMODA 09 - REF BASE - TAMPO CARV + EST MDF	✓	✓	17-10	17-10	Ricardo Neto	Não
33	23296	10693	DM816 CLUNYTC	1	Mesinha Cluny EST.MDF+TAMPO CEREJ	✓				Rita Costa	Sim
33	23297	10693	DM836D BLOIS	1	Mesa Peq. 1gav c/Alçado EST.MDF+TAMPO CEREJ L450xP350xH800					Rita Costa	Sim
51	23298	10703	DMGH884AC	1	Mesa Centro Vidro Punito 80x80cm - Cerej (Exc DOMICIL)	✓	✓	19-10	19-10	Rita Costa	Não
176	23299	10701	DMM558 PARISC	1	Louceiro Paris EST.MDF + TAMPO MDF	✓	✓	18-10	20-10	Rita Costa	Sim
25	23300	10696	DMMD8055OC	1	MESINHA MARITIM - CARVALHO/LACADO	✓	✓	17-10	17-10	Rita Costa	Sim
5	23301	10696	DMMD8166C	1	CABECEIRA MARITIM - LACADO	✓	✓	17-10	17-10	Rita Costa	Sim
Semana 42B Alterado											
Ind_Prod	lote:	ne	Artigo	Q	Descrição		D_Inicio	D_Fim	Resp.	Resp. Comercial	ACAB?
91	23302	1026	3521	1	ROUPEIRO 2P NICE - CEREJEIRA	V Ver desenho	✓	22-10	23-10	SUSANA Ferreira	Sim
100	23303	10670	AC3211	1	VITRINE POMPADOUR 1P	V Ver desenho	✓	18-10	18-10	Anabela	Sim
17	23304	1001	13013	1	CABECEIRA OVAL MADEIRA GALA 160cm - CEREJEIRA	V Ver desenho	✓	22-10	22-10	Anabela	Sim
115	23305	10662	6500C	1	SECRETARIA ORIENTE PARA PC - CEREJEIRA	V Ver desenho	✓	18-10	19-10	Anabela	Não

Figura 16 - Registo de trabalho acabado na secção Marceneiros.

3.5.1. Taxa de Produção

Devido à heterogeneidade das operações e dos componentes em todas as secções, para medir o trabalho efetuado a empresa implantou um procedimento em que mede a produção em função de um indicador de output normalizado, designado de índice de produtividade (ind_prod) ou fator de produtividade. Este indicador está associado ao número de horas de produção requerida para cada lote determinado pelo tempo de processamento previsto resultante de número de operações elementares a efetuar em cada um.

Devido à heterogeneidade das operações e dos componentes em todas as secções, a estratégia da empresa para medir o trabalho efetuado é a atribuição de um fator de produtividade a cada operação.

Tabela 1 - medidas de desempenho por secção

Secção	Indicador da quantidade de trabalho efetuada	Valor de Produtividade	
		Indicador base	Indicador alvo
Corte	40% metros lineares + 60% N° de componentes	1.002	1.160
Aglomerado	N° de componentes + tipo de componente + área componente final	7.800	8.800
Maquinagem	N° de componentes	51.450	59.600
CNCs	N° de operações + n° componentes	74.600	83.700
Marceneiros	N° de componentes	53.150	59.240

Analisando a Tabela 1 verifica-se que o fator de produtividade na secção de corte é dado pesando 40% os metros lineares cortados na operação e 60% o número de componentes processados. Na secção de aglomerado é calculado por uma fórmula que depende do número e tipo de componentes que a operação envolve e da área do componente final processado. Na secção Maquinagem e Marceneiros o fator é calculado pelo número de componentes processados. Na secção de Maquinagem e Marceneiros é utilizado o número de componentes processados como indicador da quantidade de trabalho efetuada. Na secção de CNCs é calculado pelo número de operações que são efetuadas nas máquinas de controlo numérico.

3.5.2. Avaliação do Desempenho

Uma das medidas de desempenho por excelência é a produtividade. Esta medida, que pode referir-se a muitos fatores de produção distintos, é a relação da medida de output obtido pela medida dos fatores usados para tal. Os fatores de produção podem ser o sistema de produção, as secções ou outros recursos. Tipicamente usa-se a mão-de-obra, medida em horas-homem, ou horas-máquina no caso da produtividade dos equipamentos. A produtividade das matérias-primas, por vezes é também importante face aos seus custos.

Na empresa a avaliação de desempenho é efetuada por secção e é determinada principalmente pela comparação do output esperado com aquele produzido na secção, para um dado período de produção, geralmente associado ao programa de produção, como referido na secção 3.3. Claro que a conversão destas medidas de produtividade é simples, contando que se conheçam as horas-homem correspondentes ao output médio ou estipulado como meta.

3.5.3. Monitorização do Desempenho

No início do ano são definidas metas de produção semanais a atingir para cada secção, medidas com base no indicador de produção da secção. Essas metas permitem avaliar a sua produtividade e a sua evolução semanal ou outro período de referência. As metas são estabelecidas com base na média aritmética dos seis maiores valores de produtividade semanal do ano transato para a secção. Caso a produtividade média no final do ano seja maior ou igual a esse valor os trabalhadores da secção respetiva obtêm um prémio monetário.

Os valores da produção são afixados semanalmente num placar localizado à saída da secção, como vemos no caso da secção de montagem ou Marceneiros (Figura 17).

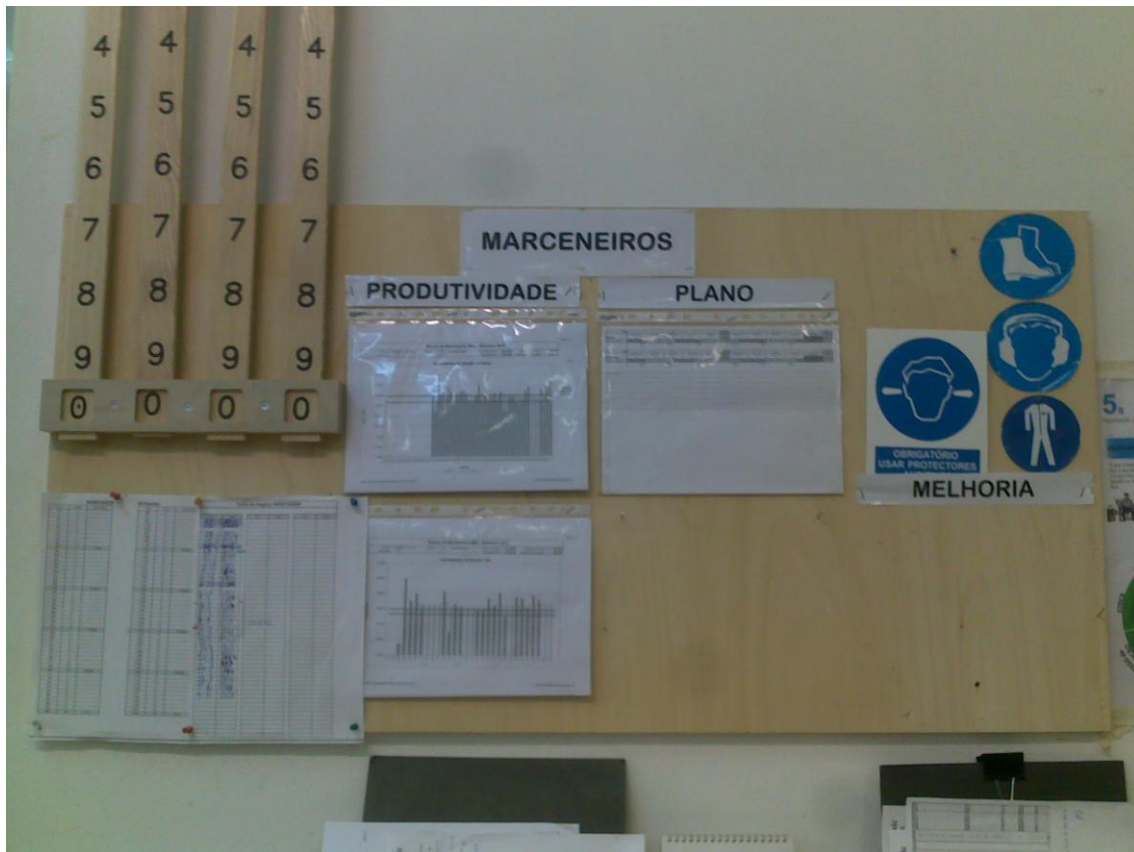


Figura 17 - Placar da secção Marceneiros.

O valor acumulado da produção é extraído da folha de registo de dados de produtividade sempre que se finaliza um trabalho.

Para que os operadores saibam se o andamento dos trabalhos está a ser feito dentro das metas estabelecidas, isto é, o valor indicativo da produtividade está acima do limite mínimo acordado, está afixado no placar das secções uma tabela de conversão que relaciona o número de horas de trabalho com o fator de produtividade (Figura 18).

MONTAGEM			10 Pessoas			Folha de R		
Fact	Horas	Horas Secção	Fact	Horas	Horas Secção	Dia	Valor	Di
19	1		954	51				
37	2		972	52				
56	3		991	53				
75	4		1.010	54				
94	5		1.029	55				
112	6		1.047	56				
131	7		1.066	57				
150	8		1.085	58				
168	9		1.103	59				
187	10	1 hora	1.122	60	6 horas			
206	11		1.141	61				
224	12		1.159	62				
243	13		1.178	63				
262	14		1.197	64				
281	15		1.216	65				
299	16		1.234	66				
318	17		1.253	67				
337	18		1.272	68				
355	19		1.290	69				
374	20	2 horas	1.309	70	7 horas			
393	21		1.328	71				
411	22		1.346	72				
430	23		1.365	73				
449	24		1.384	74				
468	25		1.403	75				
486	26		1.421	76				
505	27		1.440	77				
524	28		1.459	78				
542	29		1.477	79				
561	30	3 horas	1.496	80	8 horas			
580	31		1.515	81				
598	32		1.533	82				
617	33		1.552	83				
636	34		1.571	84				
655	35		1.590	85				
673	36		1.608	86				
692	37		1.627	87				
711	38		1.646	88				
729	39		1.664	89				
			1.683	90	9 horas			

Figura 18 - Tabela de produtividade e registo de trabalho efetuado na secção Marceneiros.

Ao consultar a tabela, pode ver-se a correspondência entre o tempo de trabalho e a valor do fator de produtividade indicando a produção esperada. Assim, no exemplo da secção Marceneiros vemos que no final de um dia de 80 horas de trabalho, i.e. o total de 10 operadores a 8 horas por operador na secção, o número de fator necessário para atingir os objetivos é de 1.496. Ainda na Figura 18 observamos o registo realizado pelo chefe de secção do total do fator de produtividade efetuado para cada dia.

A folha de registo progressivo dos trabalhos ilustrada na Figura 16 tem para cada móvel a ser montado, associado a um lote listado na ordem de produção, o valor respetivo de fator de produtividade. Assim, ao longo do dia de trabalho e à medida que é terminada a montagem de um móvel, o operador assinala na folha de registo o móvel que foi montado e soma o valor respetivo de fator de produtividade ao total acumulado para esse dia na secção e representa-o no sistema de réguas (Figura 19).



Figura 19 - Indicador visual do total de fator produtividade acumulado.

Esta partilha de informação é uma forma de incentivar os operadores a cumprir as metas estabelecidas e constitui uma forma de monitorização.

Para além do registo dos trabalhos efetuados os operadores registam de forma manual num pequeno bloco a existência de componentes defeituosos, identificando o componente, o lote e o respetivo defeito. É assim feita também a monitorização de defeitos e componentes defeituosos.

Nos placares das secções estão também afixadas as metas de produção em gráficos ditos de produtividade, indicando quer as metas e produção diárias para o mês (Figura 20) quer para a semana (Figura 21). No gráfico da Figura 20 as barras azuis representam o valor da produtividade no dia e as barras amarelas representam a produtividade média acumulada para o mês até ao dia respetivo. No gráfico da Figura 21 as barras azuis representam a produtividade média da semana respetiva e as barras amarelas a produtividade média acumulada até à semana respetiva desde o início do ano.

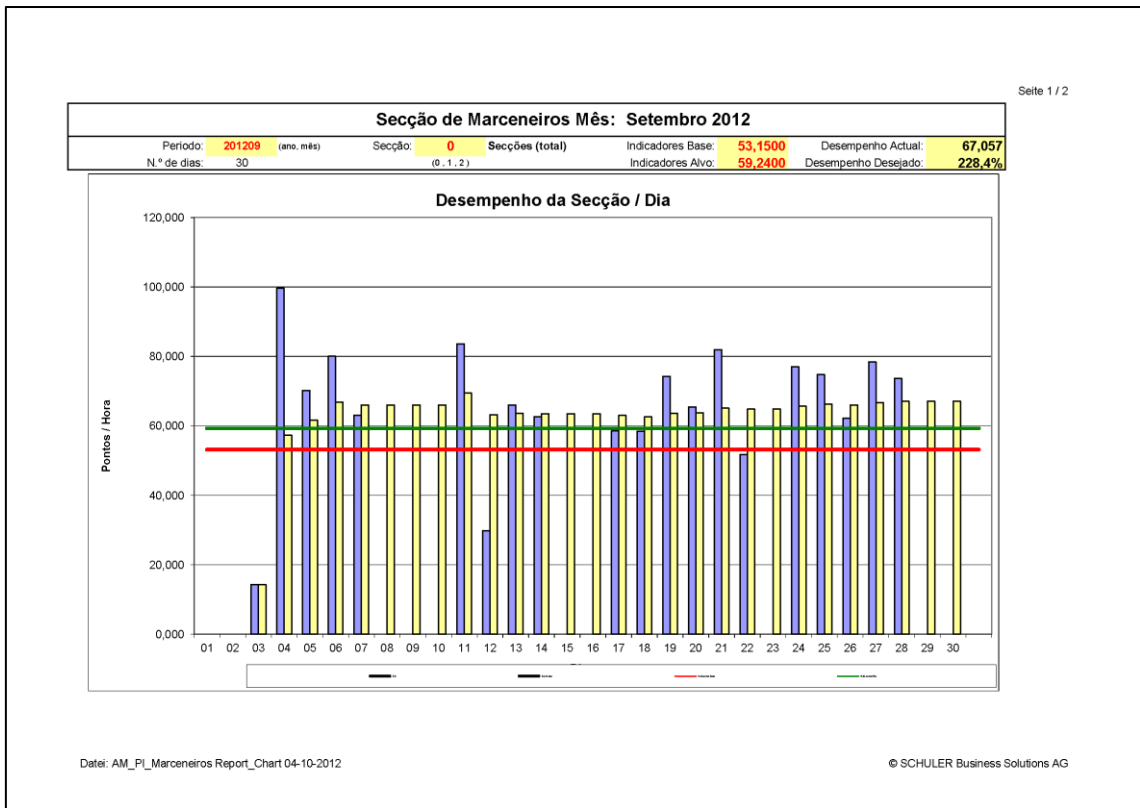


Figura 20 - Gráfico de Produtividade diária para o mês de Setembro na secção Marceneiros.

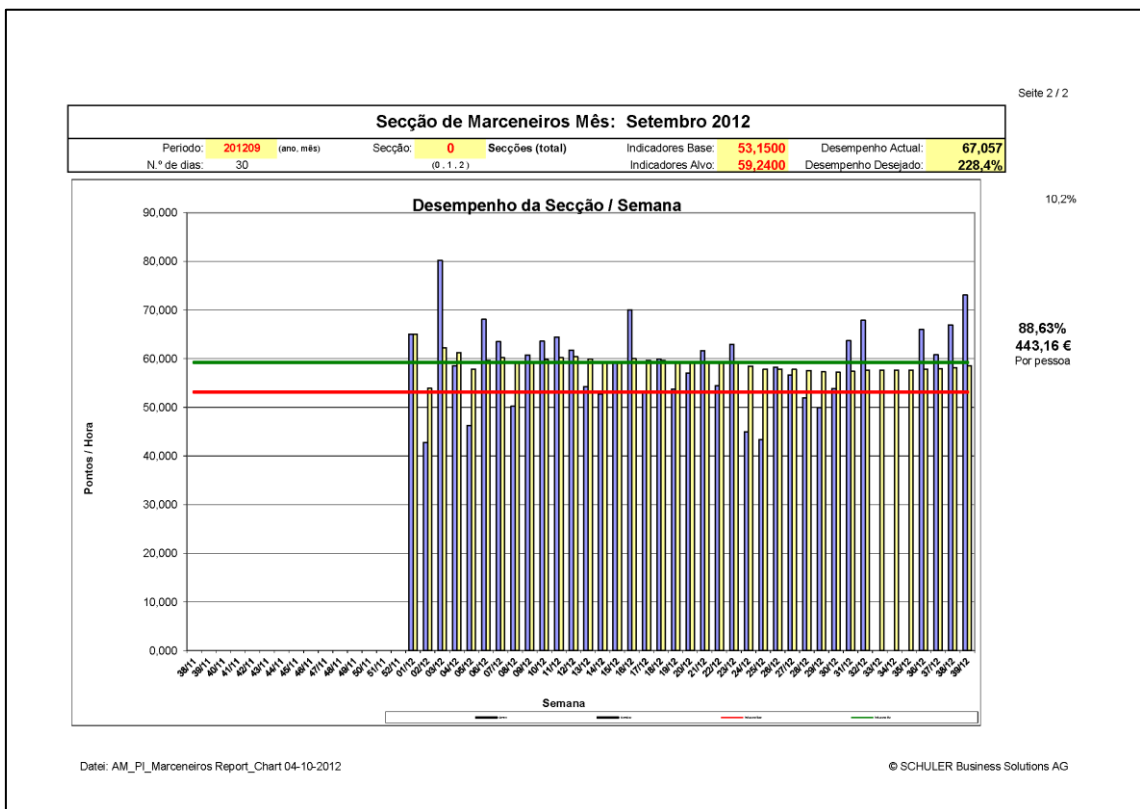


Figura 21 - Gráfico de Produtividade mensal para o ano de 2012 na secção Marceneiros.

3.6. Controlo da Produção

O controlo de produção é assegurado sob a coordenação e ação do Diretor de Produção, responsável por elaborar as ordens de produção e garantir o cumprimento de prazos de fabrico e o bom funcionamento do sistema produtivo. Este interage com os responsáveis do controlo fabril, incluindo os chefes da Produção Inicial e Produção Final.

O controlo da produção inicial no espaço fabril é feito de forma informal. O chefe da fase produção inicial, em articulação com os chefes de secção desta fase, providencia o cumprimento dos programas de produção dentro do prazo estabelecido.

Duas vezes por semana o chefe da produção inicial reúne com os chefes de secção onde são abordados os problemas. As medidas habitualmente tomadas prendem-se com a alocação de mão-de-obra quer em termos de secção, quer em termos de horário. Assim, devido à polivalência dos operadores é frequente definir-se um reforço da mão-de-obra de uma determinada secção com mais operadores provenientes de outras secções. Outra alternativa de flexibilização da capacidade produtiva das secções é a realização de horas extraordinárias quando se identifica excesso de trabalho que levaria a atrasos numa determinada secção. Caso haja uma diminuição da carga de trabalho numas secções, claramente identificada no processo de programação das ordens de fabrico, e não haja necessidade de reforçar outras a medida tomada é a utilização do chamado “banco de horas”. Os trabalhadores cessam o trabalho mais cedo e as horas que faltarem para totalizar as 8 horas de trabalho diário serão acumuladas e utilizadas numa outra ocasião quando for necessário de acordo com os pressupostos do banco de horas.

O cumprimento dos planos de produção garante que as encomendas são entregues conforme o acordado com o cliente, uma garantia possível graças ao mecanismo de controlo usado, i.e. “Period Batch Control” (Benders & Riezebos, 2002), e à flexibilização da capacidade produtiva acima relatada.

Na fase de Produção Final, o controlo, para além de ser feito de forma informal, é também apoiado informaticamente, sendo efetuado o registo das ordens de produção concluídas na Base de Dados Access, facilitando, desta forma, o acompanhamento do progresso dos trabalhos e dos prazos de produção por parte do Diretor de Produção.

Os relatórios de produção inicial referidos na secção 3.4, associados às ordens de produção, são impressos em três cores diferentes. A cor das folhas onde os relatórios de produção são impressos está dependente do programa de produção. Assim, as ordens de produção do plano A são impressas, por exemplo em papel branco, o B em papel azul e o C em papel amarelo e o D novamente em papel branco. Esta distinção torna muito fácil a identificação visual dos componentes e a diferenciação entre planos de produção no espaço fabril, e ainda facilita a identificação do trabalho prioritário, funcionando como um mecanismo auxiliar valioso do controlo da atividade produtiva. Há também as chamadas “vias verdes”. Estas são relatórios de produção impressos em papel de cor verde, indicando trabalho que tem prioridade em relação a outro em curso. Isto acontece em casos raros para ordens de fabrico urgentes, programadas à margem das ordens de fabrico normais, ou para ordens de fabrico parciais de lotes que, por razões diversas não foram produzidos quando ou como deviam.

4. Modelo Proposto para o Sistema de Informação

Foi desenvolvido um modelo para um sistema de informação que desse resposta aos objetivos da empresa. Este sistema está dependente de outras fontes de dados necessários ao seu correto funcionamento.

4.1. Requisitos do Sistema

Os objetivos da empresa são fundamentalmente ter um sistema que permita:

- Registrar os trabalhos efetuados e mostrar num gráfico a produtividade.
- Registrar os tempos utilizados pelos operários para trabalhos de limpeza, manutenção programada, manutenção corretiva, assistências e retrabalho.
- Registrar os componentes que necessitam de retrabalho e as causas desse retrabalho.

Os requisitos do Sistema foram elaborados em consonância com os objetivos da empresa:

- O sistema deverá ser capaz de mostrar os componentes que deverão ser processados na secção em causa e permitir a sua seleção e registo após o término do seu processamento.
- O sistema deverá permitir registar os componentes de três formas distintas: registo com o auxílio do rato através da seleção do componente a registar; registo através da introdução numérica através do teclado do código único do componente a registar, registo com o auxílio de um leitor de código de barras.
- O sistema deverá possibilitar o registo de entradas e saídas dos operários através da leitura do cartão de identificação da empresa.
- O registo das saídas da secção deverá ter associado um motivo que deverá ser selecionado pelo operador de uma lista predefinida.
- Deverá ser possível obter uma listagem com os tempos gastos pelos operadores nas diferentes tarefas.
- O sistema deverá mostrar o nome dos operadores que estão ativos na secção.

- O sistema deverá produzir um gráfico com os valores da produtividade
- O gráfico será atualizado de cada vez que é feito um registo de componente processado e nele constará uma linha vermelha referente ao valor de produtividade base e uma linha verde referente ao valor de produtividade alvo, à semelhança do que é ilustrado pela Figura 20.
- O sistema deverá possibilitar identificar e registar um componente que necessita de retrabalho e associar a esse registo uma descrição das causas desse retrabalho.
- O interface do sistema deverá ser simples.

4.2. Requisitos Operacionais

Os requisitos operacionais especificam as características relacionadas com o processamento da aplicação, tais como: linguagens de programação, portabilidade, disponibilidade, performance, localização física.

A aplicação deverá ser implementada para ser executada em sistemas operativos Microsoft Windows e a linguagem de programação utilizada deverá ser o C# e o interface deverá ser desenvolvido em WPF (Windows Presentation Foundation).

A aplicação deverá utilizar o sistema de gestão de base de dados Microsoft SQL Server 2008 R2.

Deverá estar disponível durante todo o horário de laboração da empresa e localizada num posto à saída das secções.

4.3. Arquitetura do Sistema

Uma das características do sistema que é notória e que determina desde logo a sua arquitetura é a partilha dos mesmos métodos de cálculo e de registo entre as várias secções. Assim, torna-se evidente que é de todo aconselhável a modelação de um sistema similar para as várias secções. Assim, a sua arquitetura segue uma típica composição de três camadas:

- Camada de apresentação,
- Camada de negócios,

- Camada de persistência.

Com esta arquitetura obtemos flexibilidade permitindo a alteração de uma das camadas de forma independente, neste caso a camada de negócios será diferente entre as várias secções, e a camada de apresentação e de persistência será partilhada.

A camada de negócios do sistema está a cargo do servidor. Assim, o processamento dos dados para efeitos de cálculo de produtividade ficou a cargo do Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD) Microsoft SQL Server 2008 R2, que é executado num servidor em detrimento de ser a aplicação a correr no computador no espaço fabril. Esta opção apresenta várias vantagens. Uma é a elevada capacidade de processamento do servidor e daí ganhos de performance na execução da aplicação. Por outro lado é menos penoso e mais fácil fazer a manutenção de apenas um servidor ao nível das cópias de segurança e recuperação de desastre, em detrimento de efetuar a manutenção de vários equipamentos. Para além disso transferindo o processamento para o servidor as comunicações são em menor número e tamanho, já que o cálculo da produtividade sempre que é registado um componente depende dos valores acumulados e que estão guardados nos registos anteriores na Base de Dados. A juntar a estes factos surge talvez o ganho principal: quaisquer alterações ao nível da camada de negócios poderão ser feitas de forma rápida e centralizada sem termos de alterar a aplicação presente na área de produção e que poderá estar implementada em várias máquinas, tornando o processo demasiado penoso. Para tal é fundamental a utilização das chamadas stored procedures presentes no SGBD. As stored procedures são rotinas executadas do lado do servidor que por predefinição reutilizam um plano de execução prévio, poupando recursos de CPU e tempo, otimizando o código (Ben-Gan et al., 2010). Pode-se alterar uma stored procedure de forma transparente para as aplicações que as utilizam desde que se mantenha o nome e os parâmetros de entrada e saída da mesma.

Paralelamente à utilização de stored procedures foram também construídas user-defined functions (UDFs) que são rotinas para executar cálculos. As stored procedures podem executar uma ou mais UDFs e funcionam também como uma barreira de segurança já que se pode controlar sua a execução ao nível dos utilizadores.

Para além destas funcionalidades do SQL Server existem outros motivos que forçam o abandono do Microsoft Access que apresenta debilidades e limitações. Existem vários riscos associados à continuidade da sua utilização:

- **Fiabilidade:** existe uma elevada probabilidade da base de dados ficar corrompida devido à falta de controlo na inserção dos dados, levando à sua inconsistência.
- **Escalabilidade:** a base de dados está limitada ao tamanho de 2 GB.
- **Disponibilidade:** tem uma performance fraca quando há 15 ou 20 utilizadores simultâneos a aceder de forma concorrente, embora suporte no máximo 255 utilizadores.
- **Segurança:** para além de ser difícil proteger informação confidencial e sensível o risco de alguém apagar indevidamente informação é elevado.

As consequências da inoperabilidade da Base de Dados Access devido ao facto de ficar corrompida seriam altamente lesivas para a empresa, podendo mesmo levar à paragem de todo o sistema produtivo. Os custos desse risco são portanto muito elevados.

A substituição da Base de Dados Access implica a adoção de uma nova forma de ligação entre o software de conceção de produto Autodesk Inventor e o SQL Server 2008 para proceder à aquisição de dados relativos às especificações dos artigos e seus componentes.

A camada de apresentação ou interface foi desenvolvida em WPF. A escolha desta linguagem prende-se com as vantagens de trabalhar com a plataforma Microsoft em termos de integração com o SGBD, permitindo uma maior rapidez no desenvolvimento. Para além disso é uma linguagem bastante utilizada e documentada tendo à disposição do programador um conjunto vasto de ferramentas úteis e complexas que em outras linguagens se revelariam difíceis e penosas de implementar.

4.4. Base de Dados

Para a construção da Base de Dados foi necessário analisar as limitações impostas quer pelo Sistema de Conceção de Produto, quer pelo ERP utilizados pela empresa e cumprir os objetivos propostos para o sistema de monitorização, tendo ainda em conta a escalabilidade desejável para um sistema com estas características.

Na construção do modelo, de forma a garantir a integridade e consistência da Base de Dados, optou-se por utilizar chaves, quer primárias quer estrangeiras, sempre que possível (Connolly & Begg, 2005). Foi utilizada ainda a propriedade identidade nas diferentes chaves primárias que é um número inteiro incrementado automaticamente numa unidade. Desta forma

a garantia de uma chave primária única é assumida pelo SGBD. A Figura 22 representa o diagrama do modelo de base de dados.

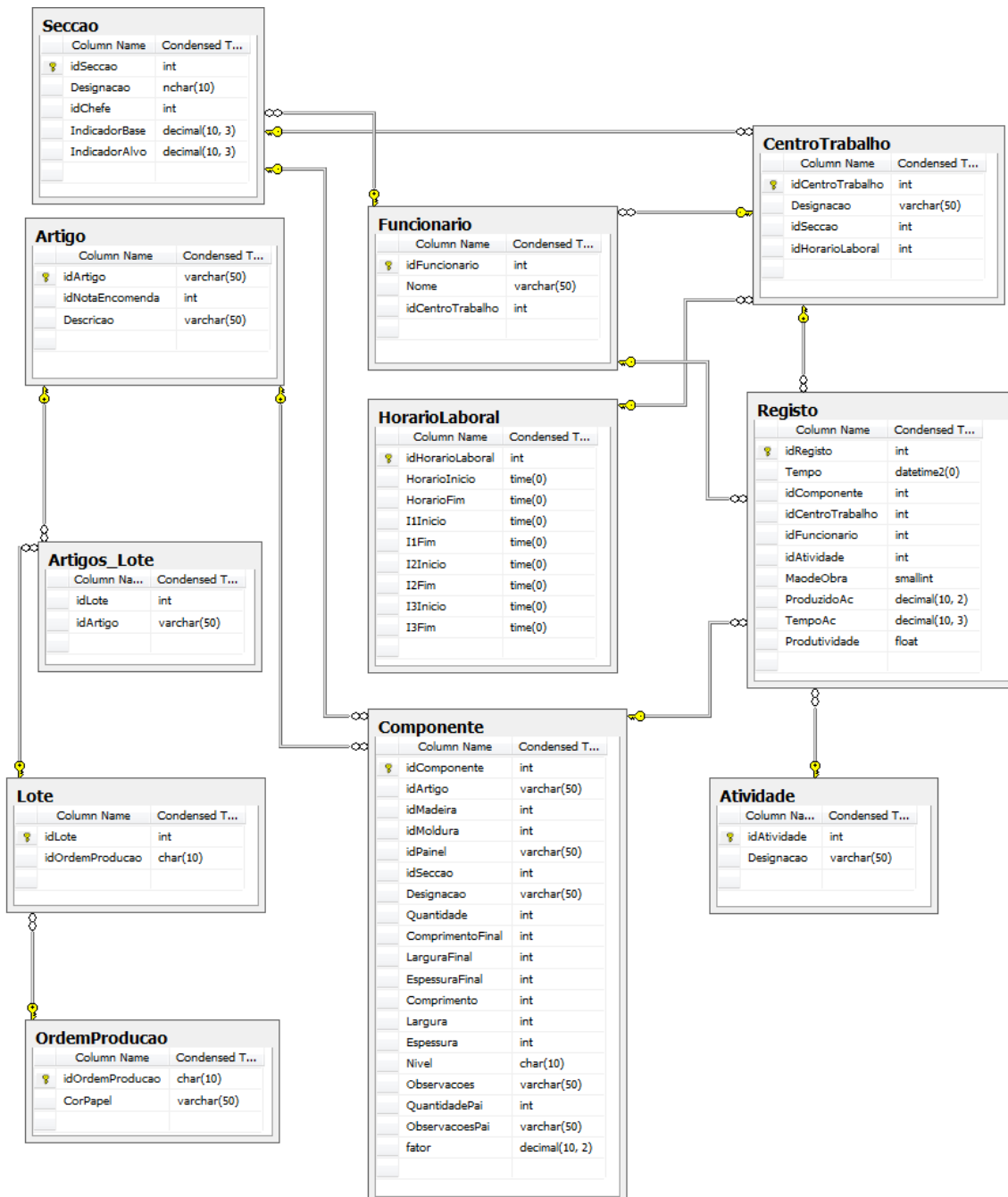


Figura 22 - Diagrama Entidade Relacionamento.

A base de dados é composta por 11 tabelas:

- **Artigo:** Contém informação sobre um artigo, recebendo como chave primária o mesmo código utilizado pelo ERP e ainda o número da nota de encomenda. Tem ainda um campo de texto de descrição do artigo.
- **Lote:** Identifica o lote e a ordem de produção respetiva.
- **Artigos_Lote:** Esta é uma tabela de junção e contém as chaves primárias das tabelas artigo e lote, já que um lote pode ter vários artigos e o mesmo artigo pode estar em diferentes lotes.
- **OrdemProducao:** identifica a ordem de produção e tem a cor do papel em que as ordens deverão ser impressas.
- **Seccao:** Identifica a secção produtiva, contendo a sua designação e o código de funcionário do chefe da mesma. Tem ainda os valores da produtividade base e produtividade alvo, conforme a Tabela 1. Uma secção tem um ou mais centros de trabalho.
- **CentroTrabalho:** Um centro de trabalho pertence a uma secção, tem uma designação e um horário laboral associado.
- **Funcionario:** Identifica o funcionário com uma chave primária, o nome do funcionário e o centro de trabalho a que pertence.
- **HorarioLaboral:** Identifica um horário laboral. Tem um início e um fim e três intervalos cada um com início e fim, sendo do tipo time(0): horas, minutos, segundos.
- **Componente:** Contém toda a informação relativa a um componente produzida pelo sistema de conceção de produto: o artigo a que pertence, o código de madeira, o código de moldura, o tipo de painel, a secção onde deverá ser processado, a sua designação, quantidade, medidas. Adicionalmente tem um campo relativo ao fator que representa o valor de output produzido.
- **Registo:** Esta é a tabela fulcral do sistema e onde deverão ser guardados os dados relativos a um registo de componentes processados e entrada e saída de funcionários dos centros de trabalho. Assim, todos os registos têm um código único relativo à chave primária, um tempo, que será o tempo de relógio do SGBD o código do componente processado, o tipo de atividade a que se refere o registo, o código do funcionário que dá entrada ou saída da secção, o número de funcionários a laborar na secção, o acumulado de output produzido na secção para o dia, o tempo acumulado em horas-homem para o dia e o valor de produtividade que deverá ser mostrado no gráfico.

Contem ainda um campo de observações relativo aos registos relacionados com os retrabalhos e as manutenções corretivas.

- **Atividade:** Guarda informação acerca das atividades que serão registadas, a principal é relativa ao término do processamento do componente, mas também poderá ser relativa a manutenção programada, manutenção corretiva, limpeza, assistências e retrabalhos.

4.5. Interface

A interface foi desenvolvida na linguagem WPF e tenta ser simples e intuitiva já que os seus utilizadores são os operadores e o tempo despendido na utilização da aplicação deverá ser o mínimo possível.

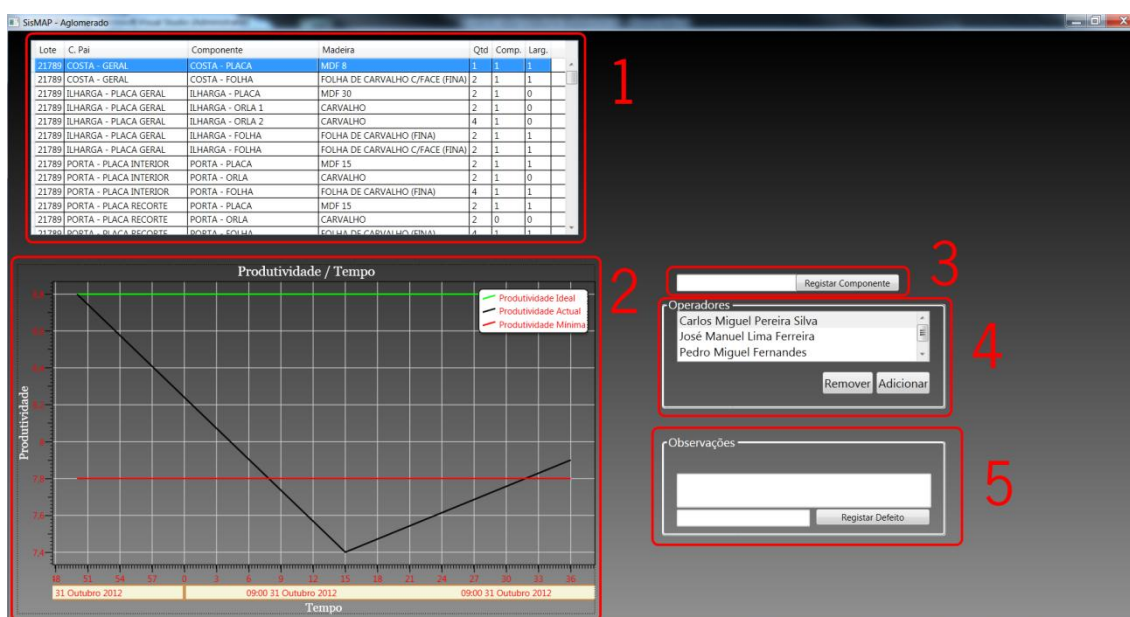


Figura 23 - Interface da aplicação.

Analisando a Figura 23 vemos identificadas cinco partes distintas do interface. A número 1 diz respeito à lista de componentes da ordem de produção respetiva e que deverão ser processados e posteriormente registados na secção. Aqui são apresentados os dados relativos aos componentes e que vêm da Base de Dados sob a forma de uma tabela que pode ser ordenada por vários parâmetros e uma linha pode ser seleccionada.

A parte número 2 é relativa ao gráfico de produtividade. Este gráfico é gerado de cada vez que é registado um componente dado como processado. Assim, ao ser registado um componente é calculada a produtividade e representada a mesma no gráfico através de uma linha de cor preta que liga os diferentes valores de produtividade. No gráfico o eixo do xx é o tempo em dias horas e minutos, e o eixo dos yy é o valor da produtividade. Existem duas constantes que são sempre representadas: uma corresponde ao valor alvo de produtividade na secção e está representada a verde, e outra corresponde ao valor base de produtividade na secção e está representada a vermelho. Ambos os valores estão guardados na base de dados na tabela Seccao.

Na parte 3 é referente ao registo do componente e é composta por uma caixa para inserção de texto e um botão. O componente processado pode ser registado seleccionando o mesmo na tabela indicada na parte 1 e carregando no botão “Registar Componente”, ou então pode ser inserido através do teclado o seu código e de seguida carregando no botão “Registar Componente”. Esta funcionalidade possibilita a utilização de um leitor de código de barras que pode ser visto como um teclado.

Na parte 4 é feita a gestão dos operadores. São mostrados os nomes dos que estão ativos, possibilitando o registo da sua saída da secção e a indicação do motivo da mesma.

A parte 5 diz respeito ao registo dos componentes com defeito com uma caixa de texto para que seja introduzida através do teclado a descrição do defeito e uma pequena caixa de inserção e um botão de forma a identificar qual o componente defeituoso.

4.6. Cálculo da Produtividade

A produtividade é a razão entre o que se obtém e o que se fornece para o obter. No caso da empresa, a produtividade é apurada diariamente. Assim, num dado instante o valor da produtividade para uma determinada secção é a razão entre o total produzido nesse dia até ao instante e o total de horas-homem na secção.

Identificam-se dois tipos de eventos que são variáveis independentes da variável dependente produtividade: o registo de componentes processados e o registo de operadores na secção.

O registo do total produzido na secção para o dia é facilmente obtido. Já o tempo de trabalho útil na secção é mais complexo, havendo sempre a necessidade de verificar se o

período de tempo entre dois registos se sobrepõe aos períodos de intervalos definidos no horário laboral da secção. No caso do evento ser a entrada ou saída de operadores da secção é efetuado o cálculo do número de horas-homem total na secção para o dia até ao instante do evento.

5. Conclusão

No presente capítulo são abordadas as conclusões do trabalho, sendo de realçar que a implementação de um sistema de monitorização da atividade produtiva e a adoção de uma estrutura ao nível de sistemas de informação que permitem a melhoria contínua dos processos de produção e gestão.

Os objetivos definidos no início deste projeto foram alcançados com a modelação de um sistema de informação que permite à empresa efetuar a aquisição de dados e monitorização da atividade produtiva e desta forma substituir processos manuais que implicam morosidade e custo elevado. A substituição destes processos pode trazer à empresa ganhos de produtividade no processo de recolha de dados e medida de produtividade e output, libertando pessoal afetado a estas funções nas diferentes secções. Além disso permite a obtenção de informação em formato eletrónico até agora inexistente, e.g. produtividade e componentes defeituosos, estes particularmente importantes para detetar perturbações do processo produtivo e para prevenir novas ocorrências.

Registo de dados importantes feitos pelo sistema incluem:

- Produção, isto é componentes produzidos, efetuada após a execução de todas as operações do componente na secção de produção.
- Horas de mão-de-obra correspondentes à produção registada, distribuída pelas diferentes tarefas executadas incluindo retrabalho.
- Componentes defeituosos que obrigam à sua substituição ou reparação.

O registo de componentes defeituosos é importante para efeitos de controlo de qualidade e de problemas no processo de fabrico. Estes são identificados por padrões de componentes defeituosos que possam sistematicamente surgir. Também é relevante para conhecimento do consumo de capacidade produtiva em retrabalho.

O registo da produção e das horas de trabalho é determinante, por um lado no controlo de produção para avaliar se o output produzido corresponde às metas estabelecidas, e por outro no planeamento da produção já que permite determinar a produção real durante períodos prolongados e desta forma estabelecer ou aferir a efetiva capacidade produtiva de cada secção. Estes dados são necessários para poder estabelecer programas de produção fiáveis e portanto cumprir as datas de entrega acordadas. Este aspeto é fundamental já que o estabelecimento de planos de produção faseados e cíclicos, na lógica do Período Batch Control (Benders & Riezebos,

2002) como os realizados na empresa estão fortemente dependentes do conhecimento correto da capacidade produtiva de cada secção.

Naturalmente, estes dois registos são também fundamentais para estabelecer os índices de produtividade nas secções já que relacionam o output com a quantidade de recursos usados para o produzir. Esta produtividade pode ser medida em relação às secções ou às horas.homem utilizadas em cada uma.

5.1. Trabalho Futuro

Sendo as metas de produção em cada fase e período de produção um elemento regulador do output por excelência e também uma indicação da capacidade produtiva assumida no processo de planeamento da produção parece absolutamente importante que elas sejam definidas com rigor, representando o potencial do sistema. Tendo em conta a forma de estabelecimento baseada em elementos objetivos, e.g. medição da produção em períodos passados e em fatores de correção algo subjetivos como a dificuldade percebida de produção dos diferentes componentes, estas metas poderão não corresponder ao verdadeiro potencial de produção do sistema.

É claro que o sistema de monitorização proposto permite medir a produção das secções por cada hora.homem mas temos que ter presente que esta produção é regulada pelas metas propostas pela empresa. É por isso importante para os responsáveis de gestão obter informação mais confiável e robusta.

Assim propõe-se que tanto o método como os fatores sejam convenientemente reavaliados e aferidos numa base e relação efetiva com a realidade e aferidas sempre que os processos mudem ou a dimensão do sistema se altere.

É de facto um desafio resolver este problema mas os benefícios daí advindos são grandes ajudando eventualmente a melhorar o processo de planeamento e controlo da produção e ainda o da produtividade do sistema.

Relativamente aos sistemas de informação existentes na empresa deverá ser atribuída urgência máxima à substituição da Base de Dados implementada no Microsoft Access e que presentemente é utilizada como suporte à gestão da produção, pelo SGBD Microsoft SQL Server 2008.

A existência de um SGBD robusto como o SQL Server abre novas possibilidades à empresa de obter informação valiosa para a gestão da produção através de ferramentas de reporting.

Bibliografia

J. Benders and J. Riezebos, "Period batch control: classic, not outdated," *Production Planning & Control*, vol. 13, no. 6, pp 497-506, 2002.

I. Ben-Gan, D. Sarka, R. Wolter, G. Low, E. Katibah and I. Kunen I, *Inside Microsoft SQL Server 2008: T-SQL Programming*. Microsoft Press, 2010.

T. Connolly and C. Begg, *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation and Management*. Addison Wesley, 4 ed., 2005.